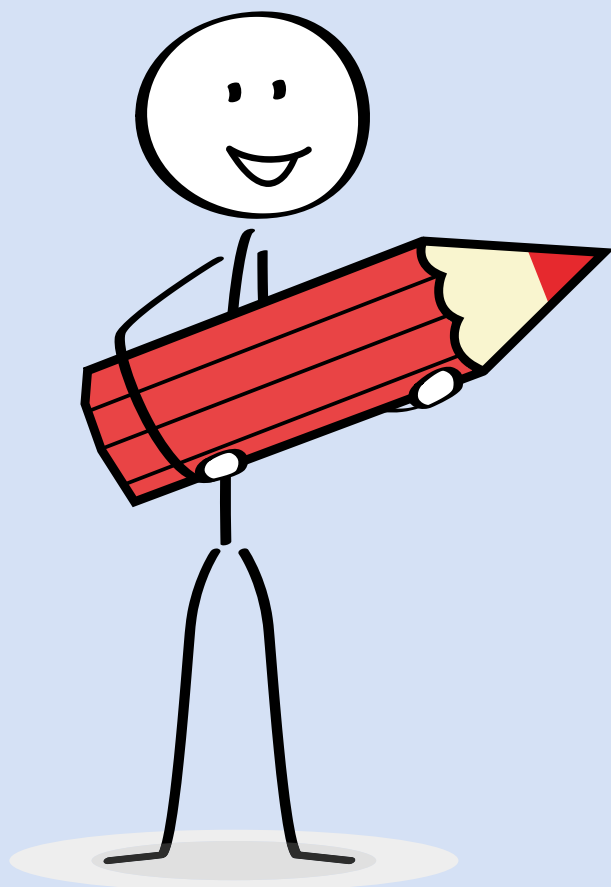


ETG Mitgliederinformation

2/2016

Energietechnische
Gesellschaft im VDE (ETG)



Jede
Stimme
zählt!

ETG-Vorstandswahl 2016 für die Amtsperiode 2017-2019

VDE

EDITORIAL	3	I : INTERNATIONALES	41
T : TECHNIK UND TRENDS	4	I1 Aktuelle Informationen aus dem DK der CIGRE	41
T1 Generator-Umrichter-Prüfstand zur Untersuchung elektrischer Energiewandler in Antriebssträngen.....	4	I2 Aktuelles aus CIRED	42
T2 Zweites Leben für Elektroauto-Akkupacks	5	I3 Erneuerbare Energien als Entwicklungshelfer für Mapuche Indios	43
T3 Mobilität 2025: Unfallfrei – aber mit Datenrisiko	7	F : FNN AKTUELL	46
T4 Gleichstrom im Niederspannungsbereich.....	8	F1 Aktuelles aus dem FNN	46
T5 VDE/ETG-Task Force Zentrale und dezentrale Erzeugung.....	10	S : ENERGIEWENDE-SPLITTER	51
T6 Schutz vor Stromschlag bei Überflutungen.....	12	K : ENERGIEVERSORUNG KONTROVERS	52
T7 Technische Effizienz von Spitzenkappung.....	13	K1 Energiewende, Ökostrom – wo geht die Reise hin?	52
T8 ETG/ITG-Studie „Schutz- und Automatisierungstechnik in aktiven Verteilnetzen“	14	V : NEUE VERÖFFENTLICHUNGEN	56
E : ETG AKTUELL	17	V1 Elektroenergietechnik – Grundlagen · Tabellen	56
E1 ETG Vorstandswahl 2016	17	V2 Netzschutztechnik – Anlagentechnik für elektrische Verteilungsnetze	56
E2 Aktuelles aus dem FNN Koordinierungskreis Strom/Gas ...	18	V3 Elektroenergiesysteme – Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie	56
E3 ETG bringt „Kochbuch“ zum atmenden Stromnetz raus ...	19	H : HISTORIE DER ELEKTROTECHNIK	57
E4 ETG in Politik, Medien und Fachöffentlichkeit 2015	21	H1 Physik und Technologie der Quecksilberdampfventile für die HGÜ	57
E5 Vorschau ETG-Veranstaltungen.....	21	L : LESERFORUM	61
E5.1 10. ETG-Fachtagung „Arbeiten unter Spannung (AuS)“	21	L1 Leserbrief von Dr. Ing. Friedrich Kappius	61
E5.2 VDE-Fachtagung Hochspannungstechnik 2016	21	L2 Antwort von Prof. Dr.-Ing. Rainer Speh auf den Leserbrief von Dr. Friedrich Kappius	61
E5.3 IZBE/VDE Symposium „Elektrische Fahrzeugantriebe und -ausrüstungen 2016“	22	L3 Email von Dr.-Ing. Friedrich Kappius in Ergänzung zu seinem Leserbrief	62
E6 Rückblick ETG-Veranstaltungen	23	ETG-Veranstaltungskalender 2016/2017	63
E6.1 ETG/GMM-Fachtagung „Innovative Klein- und Mikroantriebstechnik 2015“	23		
E6.2 ETG Congress 2015 – Session System Aspects.....	25		
E6.3 ETG Congress 2015 – Session Technologies and Components	27		
E6.4 ETG Congress 2015 – Session Markets & Regulatory Environment	27		
E6.5 ETG Workshop 2016 „Kabeldiagnostik“	29		
E6.6 IZBE/VDE-Fachtagung „Sicherheit und Zulassung elektrischer Bahnausrüstungen 2015“	29		
E6.7 FNN/ETG Tutorial „Schutz- und Leittechnik 2016“	31		
E6.8 CIPS 2016 – Power Electronics in Challenging Little Boxes and More.....	34		
E6.9 Schaltungstechnik für Galliumnitrid-Bauelemente in der Leistungselektronik 2016	36		
E6.10 Life Needs Power – das Energieforum auf der Hannover Messe 2016	37		
E6.11 VDE YoungNet im Life Needs Power Forum auf der Hannover Messe 2016.....	40		



Prof. Dr.-Ing. Rainer M. Speh,
Siemens Ltd.,
Vorsitzender der Energietechnischen
Gesellschaft (ETG)

Liebe ETG-Mitglieder,

wenn Sie dieses Editorial lesen, verbleiben dem aktuellen ETG Vorstand noch knapp sechs Monate Zeit, um seine Amtsgeschäfte erfolgreich weiterzuführen. Keine Angst, ich werde nicht schon jetzt anfangen, Bilanz über die vergangenen zweieinhalb Jahre zu ziehen. Dazu ist es noch zu früh und ich plane das für die nächste ETG-Mitgliederinformation.

Aber ich möchte Sie ein weiteres Mal auf die anstehenden Neuwahlen des ETG-Vorstands für die Amtsperiode 2017 – 2019 hinweisen. Sie haben mit dieser Mitgliederinformation alle den Wahlbrief erhalten mit den Bewerbungsunterlagen der einzelnen Kandidaten sowie den Anmeldeinformationen zur Online-Wahl. Sie haben die Möglichkeit, bis 30. August 2016 ihre Stimme im Internet abzugeben. Diejenigen, die noch die klassische Briefwahl bevorzugen, können die Wahlunterlagen ebenfalls bis 30. August 2016 bei der ETG-Geschäftsstelle anfordern und anschließend ihre Stimme bis 20. September an die ETG-Geschäftsstelle senden. Es gilt hierbei der Posteingang bei der Geschäftsstelle.

Auch dieses Mal haben wir hervorragende Experten der Energietechnik aus dem Kreis der Anwender, Hersteller und den Universitäten gewinnen können, sich Ihrer Wahl zu stellen. Meine ausdrückliche Bitte ist: Nehmen Sie ihr Wahlrecht wahr. Es dauert wirklich nur ein paar Minuten. Unser gemeinsames Ziel sollte auf jeden Fall eine höhere Wahlbeteiligung als bei der letzten Wahl sein. Wie hoch die war, werde ich Ihnen aber heute nicht verraten.

In den vergangenen Ausgaben der ETG-Mitgliederinformation hatten wir schon mehrfach über die ETG-Taskforce „Grundsätzliche Auslegung neuer Netze“ und den von ihr erarbeiteten Report mit dem Titel „Der zellulare Ansatz – Grundlage einer erfolgreichen, regionenübergreifenden Energiewende“ berichtet. In den verschiedenen Foren auf der Hannover Messe 2016 wie „Life needs Power“ oder der „Integrated Energy Plaza“ wurde deutlich, dass das Konzept inzwischen von vielen Stellen aufgegriffen und

in Projekten erprobt wird. Auch der VDE, gemeinsam mit dem DVGW und weiteren Partnern aus dem universitären Umfeld, ist hier nicht untätig geblieben. Von Experten der Elektrotechnik und der Gaswirtschaft wurde gemeinsam eine Projektskizze mit dem Titel „Zellulare, multimodale Energienetze“ erstellt und Mitte März im Bundeswirtschaftsministerium vorgestellt. Ziel ist es, mit einem retrospektiven Ansatz Roadmaps für die Bereiche Technik, Markt und regulatorisches Umfeld zu erstellen. Dies wird als ein wesentlicher Beitrag für eine erfolgreiche und bezahlbare Energiewende gesehen.

Abschließend ist es mir eine besondere Freude und Ehre, Sie auf den Beitrag von Elena Fuhr in dieser Mitgliederinformation hinzuweisen. Sie hatte mich Ende letzten Jahres auf ihr Projekt bei den Mapuche Indianern im Grenzgebiet zwischen Chile und Argentinien aufmerksam gemacht. Bei einem ersten persönlichen Gespräch beschrieb sie mir die Situation dieses indigenen Volkes und erläuterte die ersten Ideen für ihr Projekt. Daraufhin habe ich einen Fragebogen entwickelt, um weitere Details über die aktuelle Situation und die vorherrschenden Rahmenbedingungen zu erhalten. Dieser Fragebogen wird zurzeit vor Ort bearbeitet und wird weitere Informationen zur Fortführung des Projekts liefern. Falls Sie Interesse haben, dieses Projekt mit Ihrer fachlichen Kompetenz zu unterstützen, können Sie sich gerne direkt an Elena oder mich wenden. Hierbei denke ich besonders an unsere Mitglieder, die nicht mehr aktiv im Berufsleben stehen, sich aber noch jung genug fühlen, mit ihrer Erfahrung engagierten Menschen bei der Umsetzung ihrer Ideen zu helfen. Auch eine finanzielle Unterstützung des Projekts ist möglich, steht aber nicht im Fokus meines Aufrufs. Über den Fortgang des Projektes planen wir regelmäßig in der ETG-Mitgliederinformation zu berichten.

Liebe Grüße und Ihnen allen einen schönen Sommer wünscht
Ihr
Rainer M. Speh

T: TECHNIK UND TRENDS

T1 Generator-Umrichter-Prüfstand zur Untersuchung elektrischer Energiewandler in Antriebssträngen



Prof. Dr.-Ing. Axel Mertens,
Leibniz Universität Hannover,
Institut für Antriebssysteme
und Leistungselektronik



Dr.-Ing. Jörn Steinbrink,
Leibniz Universität Hannover,
Institut für Antriebssysteme
und Leistungselektronik

Die experimentelle Untersuchung von elektrischen Maschinen und Umrichtern in der MW-Klasse ist aufwendig, und in der Industrie fehlen häufig für langfristige und tiefgreifende Arbeiten verfügbare Versuchskapazitäten. Der durch eine Förderung des BMWi realisierte Universalprüfstand – primär, aber nicht ausschließlich auf die Windenergie ausgerichtet – ermöglicht die Untersuchung stationärer und dynamischer Eigenschaften elektrischer Maschinen und Umrichter inklusive der Umrichter-Maschine-Wechselwirkungen.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Entwicklung von elektrischen Maschinen und Umrichtern im MW-Bereich ist trotz jahrzehntelanger Erfahrungen auf dem Gebiet noch längst nicht abgeschlossen. Dies liegt u. a. daran, dass sich die Anforderungen ändern und die eingesetzten Materialien und elektronischen Bauteile laufend weiterentwickelt werden. Hinzu kommt die stetige Forderung nach verbesserter Wirtschaftlichkeit bei erhöhtem Wirkungsgrad oder erhöhter Zuverlässigkeit. Mit dem Generator-Umrichter-Prüfstand (GeCoLab) können nun sowohl konventionelle als auch innovative Umrichter- und Generatorkonzepte einschließlich der umrichterernen Regelung und Methoden zum Filterdesign eingehend erforscht werden. Dies umfasst Untersuchungen zur Dynamik und Systemstabilität, zur stationären und transienten thermischen Belastung, zu verschiedenen Methoden der Netzeinspeisung und Regelung sowie zum Verhalten bei Netzfehlern wie z. B. Spannungseinbrüchen, Phasenkurzschlüssen oder Erd-

schlüssen. Mit dem Prüfstand wird weiterhin die Erforschung von Wechselwirkungen zwischen Umrichter und Generator und deren Einfluss auf andere Anlagenkomponenten wie Lager und Getriebe ermöglicht. Als Beispiele seien hier die Auswirkungen von Oberschwingungen im Stromverlauf, zusätzliche Erwärmung, lokale Sättigungseffekte sowie Lagerspannungen und -ströme genannt. Die erzielten Ergebnisse erlauben wiederum eine verbesserte Validierung von Berechnungsprogrammen, Diagnoseverfahren und erweiterten Simulationsmodellen für elektrische und betroffene mechanische Komponenten, um den eingangs genannten Anforderungen bereits in der Entwurfsphase Rechnung zu tragen.

Innerhalb der Energieforschung ordnet sich das GeCoLab in einen größeren Verbund mit den in der Windenergieforschung bereits ausgewiesenen norddeutschen Universitäten Hannover, Oldenburg und Bremen (ForWind) und dem Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) ein. In dem Verbund werden auch die wechselseitige Nutzung und Weiterentwicklung von Versuchseinrichtungen und -ergebnissen abgestimmt. Während der am IWES in Bremerhaven betriebene Gondel-Prüfstand hauptsächlich auf die Erprobung und Verifikation begleitend zur Produktentwicklung und -optimierung abzielt und damit Prüfanlagen im Verhältnis 1:1 erfordert, wird mit dem Generator-Umrichter-Prüfstand an der Leibniz-Universität Hannover die Vorentwicklung des elektrischen Antriebsstranges sowie die (universitäre) Erforschung und Entwicklung von neuen Konzepten und Berechnungswerkzeugen abgedeckt. In diesen Phasen des Innovationsprozesses werden die Anlagen aus Kostengründen im kleineren Maßstab abgebildet. Die hier gewählte Leistungs-

klasse von ca. 1,5 MW ermöglicht es, aussagekräftige Untersuchungen für Zielsysteme noch größerer Leistung z. B. im Maßstab ca. 1:10 durchzuführen. Dadurch wird die Einrichtung auch für industrielle Partner interessant, die im Rahmen von Vorfeldentwicklungen neue Konzepte erproben wollen.

Auch neue Umrichterkonzepte, wie z. B. modulare Multilevel-Umrichter, sollen in der Prüffeldumgebung des GeCoLab im verringerten Maßstab untersucht werden können. Dazu ist die Flexibilität erforderlich, Prüfstandsumrichter gegen zu untersuchende Umrichter auszutauschen.

Aufgrund der oben beschriebenen Forschungsfragen, der technischen Eigenschaften und der Verbreitung der verschiedenen Antriebsstrangkonzepete von Windenergieanlagen wurde das in Bild 1 dargestellte Prüfstandkonzept gewählt, dessen wichtigste Kenndaten in Tabelle 1 (Seite 5) zusammengefasst sind. Ausgestattet ist der Universalprüfstand mit einer doppelt gespeisten Asynchronmaschine und einer permanentmagnet-erregten Synchronmaschine mit jeweils zugehörigen 690-V-Umrichtern sowie einer umrichterbasierten Netznachbildung mit 4,4 MVA. Die Maschinen sind mit umfangreicher zusätzlicher Messtechnik für Temperaturen in Stator und Rotor und mit Flussmessspulen ausgestattet. Außerdem besteht an den Maschinen die Möglichkeit, verschiedenste Versuche durch die Herausführung aller Spulengruppen, eine einstellbare Exzentrizität und die Applikationsvorbereitung für Stromsensoren in einzelnen Teilen der Maschine durchzuführen. Die zwei Generatoren, die Umrichter und das Getriebe sind wassergekühlt, die jeweils mit unterschiedlichen Sollwerten für

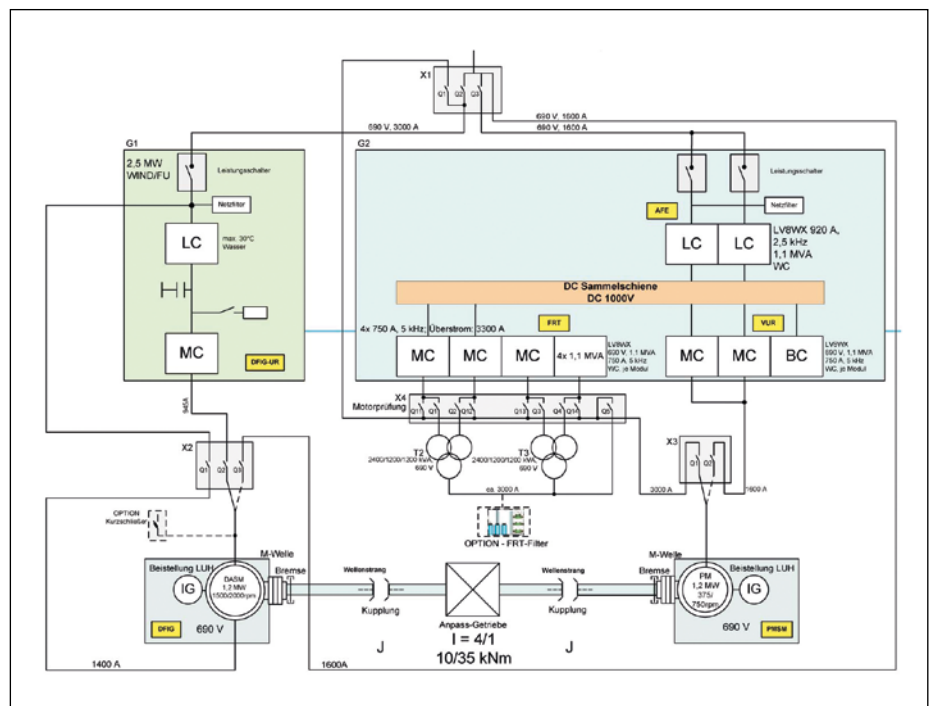


Bild 1: Systemschaltbild des Generator-Umrichter-Prüfstandes

Spannfeldgrundfläche	10 m x 4,3 m
Maximales Komponentengewicht	20 t
Permanentmagneterregte Synchronmaschine mit zugehörigem Vollumrichter	$P_N = 1,2 \text{ MW}$ $n_N = 375 \text{ min}^{-1} (0 - 750 \text{ min}^{-1})$
Doppeltgespeiste Asynchronmaschine mit zugehörigem Windumrichter	$P_N = 2,08 \text{ MW}$ $n_N = 1780 \text{ min}^{-1}$
Umrichterbasierte Netznachbildung	$S_N = 4,4 \text{ MW}$

Tabelle 1: Ausstattungskennedaten

Vorlaufemperatur und Durchflussmenge betrieben werden können. Eine aufwendige Schaltvorrichtung ermöglicht verschiedenste Konstellationen der zu prüfenden Geräte, einschließlich der Verwendung eines (nicht im Bild dargestellten) zusätzlichen Umrichterprüflings, der zwischen Netz bzw. Netznachbildung und einer der Maschinen verschaltet werden kann.

Aufgrund der Back-to-Back-Anordnung der Maschinen muss aus dem 10 KV-Netz lediglich die Verlustleistung der Generatoren und Umrichter bereitgestellt werden. Mit dem in *Bild 1* (Seite 4) gezeigten FRT-Netzwerk (Fault-Ride-Through) wird die Prüfung der Reaktion auf Netzfehler ermöglicht. So können zwei- und dreipolige Kurzschlüsse, ein unsymmetrisches Netz oder Harmonische in der Netzspannung simuliert werden, ohne dass es zu Beeinflussungen des 10-kV-Netzes kommt. Die durchgängigste und beste Lösung dafür ist das Verfahren, die für den Versuch gewünschte fehlerbehaftete Netzspannung durch einen Umrichter mit einer speziellen Steuerung und Regelung bereitzustellen. Um die erhöhten Fehlerströme realisieren zu können, muss dieser Umrichter auf der Ausgangsseite leistungsfähiger sein als auf seiner Eingangsseite. Mit Hilfe dieses Umrichters können gezielt Zeitverläufe für die

Netzspannung im Fehlerfall für jede Phase getrennt vorgegeben werden.

Der Generator-Umrichter-Prüfstand wurde in einer Komplettausstattung realisiert, so dass der Prüfstand ohne weitere Komponenten bereits funktionsfähig ist. Zur Durchführung von weiteren Versuchen können in der Anlage jeweils einzelne Komponenten gegen Prüflinge ausgetauscht werden. Folgende Komponenten sind zum Tausch gegen einen Prüfling vorgesehen:

- Doppelt gespeister Asynchrongenerator (DFIG)
- Rotorseitiger Umrichter für DFIG
- Synchrongenerator (SG)
- Vollumrichter für Synchrongenerator

Beim Tausch eines Generators zusammen mit dem zugehörigen Umrichter sind auch vielfältige andere Kombinationen realisierbar, beispielsweise kann der DFIG gegen einen Asynchrongenerator mit Vollumrichter getauscht werden. Ein zügiger Wechsel der Komponenten wird durch ein Spannfeld sowie einen bauseitigen 20t-Kran ermöglicht. Das Maschinenfundament ist mittels pneumatischer Federelemente vom Gebäude entkoppelt. Für einen Wechsel der Umrichter gegen einen Prüfling wurde außerdem ein gut zugängliches Klemmfeld



Bild 2: Foto der gekoppelten Maschinen und des Anschlussfeldes während der Inbetriebnahme

installiert. Einen Eindruck des fertiggestellten Generator-Umrichter-Prüfstandes zeigt *Bild 2*. Zurzeit befindet sich ein erster Prüfling, eine fremderregte Synchronmaschine aus einer Industriekooperation, in der Inbetriebnahmephase.

Der konsequent auf Universalität ausgelegte Prüfstand bietet die erforderlichen Variationsmöglichkeiten, um dem Anspruch zu genügen, die Vielfalt aktueller und zukünftiger Antriebstopologien sowohl in der Gesamtheit als auch an Einzelkomponenten untersuchen zu können. Gerne nehmen wir Fragen und Anregungen entgegen.

T2 Zweites Leben für Elektroauto-Akkupacks



Ehsan Rahimzei, MBAE
Projektmanager
VDE e.V., Bereich Technik
& Innovation

Neue Studie analysiert Nachnutzung gebrauchter Elektroauto-Akkupacks sowie ökonomische und ökologische Potenziale

Elektroautos, vorausgesetzt ihr Strom speist sich aus regenerativen Energien, sind gut für die Umwelt. Was aber passiert mit den Batterien am Ende ihrer Nutzungsdauer? Da diese Akkus oft noch Speicherkapazitäten von bis zu 80 Prozent aufweisen, ist es sinnvoll, diese aufwändig hergestellten Energiespeicher weiter zu verwenden. Zu diesem Schluss kommt die neue Studie „Second-Life-Konzepte für Lithium-Ionen-Batterien aus Elektrofahrzeugen“. Entstanden unter der Federführung des VDE, untersucht die Studie die ökonomischen Potenziale und den ökologischen Footprint für die Wiederverwertung von Lithium-Ionen-Batterien. Sie zeigt, welche Anwendungen der ausgedienten Elektrofahrzeug-Batterien möglich sind, wie sie sich in Bezug auf Rest- und Kapitalwert im Vergleich zu Neu-Batterien rechnen, welchen Einfluss die Weiterverwendung auf die Total-Cost-of-Ownership eines Elektrofahrzeugs hat und welchen Umweltvorteil die sogenannten Second-Life-Batterien besitzen.

Das Ergebnis der Studie: Es besteht ein signifikantes wirtschaftliches und ökologisches Potenzial für Second-Life-Konzepte, wenn der Markt für Elektromobilität und Batteriespeicher wie vorgesehen wächst. Zwei vielversprechende Anwendungen sind die Bereitstellung von Regelleistung für Stromnetzbetreiber und der Einsatz als Hausspeicher, die an Photovoltaikanlagen gekoppelt sind.

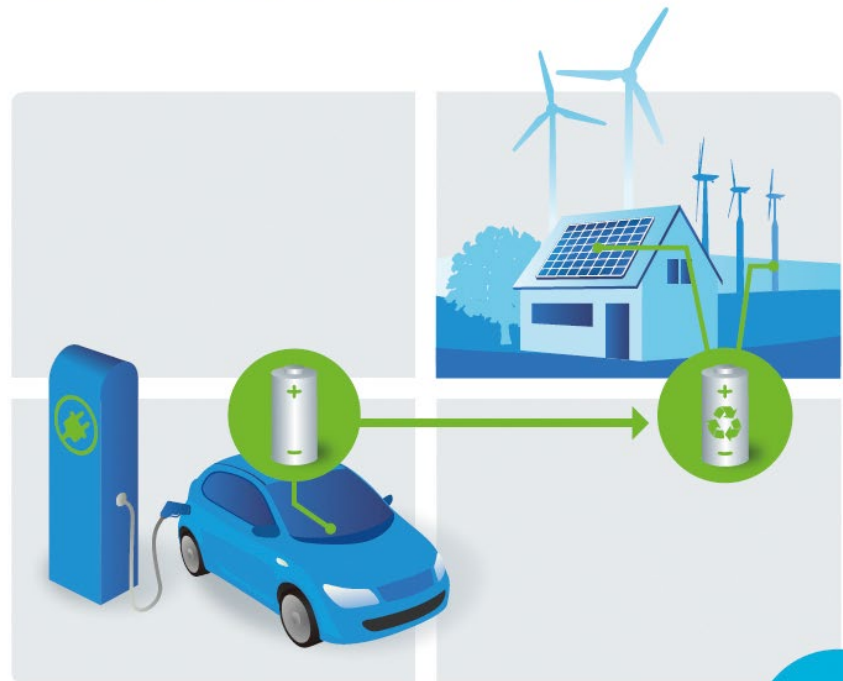
So kommen die Experten zu dem Ergebnis, dass sich ein Second-Life-Betrieb sowohl für die Bereitstellung von Primärregelleistung (PRL) als auch für den Einsatz in Hausspeichersystemen (HSS) als wirtschaftlich vorteilhaft gegenüber der Verwendung von Neubatterien erweist. Basierend auf Berechnungen nach der Kapitalwertmethode prognostizieren die Experten für PRL eine Steigerung des Kapitalwerts um 33 Prozent, für HSS eine Verbesserung um 26 Prozent. Der Umweltvorteil von Second-Life-Batterien ist offensichtlich, wenn durch ihre Anwendung die Produktion von Neu-Batterien vermieden wird. Je Kilowattstunde Nennkapazität der Traktionsbatterie bestimmen die Experten ein Treibhausgas-Einsparpotenzial von 34 bis 106 kg CO₂-Äquivalenten für die Bereitstellung von PRL und von 30 bis 95 kg CO₂-Äquivalenten für den Einsatz als HSS. Werden Traktionsbatterien bei einer Restkapazität von 80 Prozent für Second-Life-Anwendungen wiederaufbereitet, dann beträgt ihr maximaler Verkaufswert rund 50 Prozent der Kosten einer Neubatterie. Der Restwert einer Second-Life-Batterie wiederum wird maßgeblich von der Entwicklung der Recyclingkosten beeinflusst.

Wesentliche Stellschrauben für den Erfolg von Second-Life-Produkten liegen in der Standardisierung von Batteriemodulkonzepten im Automotive-Bereich, der Optimierung des Wiederaufbereitungsprozesses und Detailkenntnissen über die Second-Life-Anwendungen. Zudem wurden folgende Aspekte identifiziert:

- Die Prüfung der Module von Traktionsbatterien auf ihre Weiterverwendungsfähigkeit in Second-Life-Batterien ist mit hohem Aufwand verbunden. Es besteht ein Bedarf an Alterungsschnelltests oder besser noch einer kontinuierlichen Aufzeichnung geeigneter Zustandsgrößen in der Erstanwendung.
- Die Anforderungen von Sicherheitsregularien sind zu berücksichtigen und zu bedenken. Dies gilt insbesondere für die Transportnorm UN 38.3, welche eine erneute Begutachtung bei Restkapazitäten kleiner als 80 % vorsieht.
- Je besser das Lastprofil der Second-Life-Anwendung auf den Alterungszustand der Traktionsbatterie abgestimmt ist, desto länger kann deren maximale Einsatzzeit dauern: Grundsätzlich sollten hohe Laderaten, hohe Ladeschlussspannungen sowie extreme (besonders tiefe) Temperaturen im Second-Life vermieden werden.
- Durch zunehmendes Wissen über Alterungsverläufe und Weiterentwicklung der Batterie-Zellchemie kann eine übermäßige, nichtlineare Alterung gegebenenfalls

Studie: Second-Life-Konzepte für Lithium-Ionen-Batterien aus Elektrofahrzeugen

Analyse von Nachnutzungsanwendungen, ökonomischen und ökologischen Potenzialen



Ergebnispapier der Begleit- und Wirkungsforschung

18

verhindert und die Wirtschaftlichkeit des Second-Life-Betriebs weiter gesteigert werden.

Die Studie „Second-Life-Konzepte für Lithium-Ionen-Batterien aus Elektrofahrzeugen“ unter der Gesamtleitung des VDE wurde von der FfE Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. und dem EES Lehrstuhl für Elektrische Energiespeichertechnik der Technischen Universität München im Rahmen der Begleitforschung Schaufenster Elektromobilität der Bundesministerien für Wirtschaft und Energie (BMWi), Bildung und Forschung (BMBF), Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) erstellt. Die Studie wurde inhaltlich im Rahmen von Workshops durch einen

Beirat namhafter deutscher Industrieunternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten (bestehend aus Daimler, BatteryLabFactory Universität Braunschweig, BMW, Fraunhofer ISI | IM | ICT | ISE, BatteryUniversity, ERCIS | MEET Universität Münster, RWE, BTU Cottbus, Younicos, ZSW) begleitet.

Download: www.vde.com/studien

T3 Mobilität 2025: Unfallfrei – aber mit Datenrisiko



Dr. Patrick Ester,
Projektleiter
VDE e.V., Bereich Technik
& Innovation

Neue Studie im Auftrag des BMWi analysiert Zukunftsszenarien von IKT und Mobilität – Autohersteller werden integrierte Technologiekonzerne

Nie wieder ein Unfall, nie wieder Stau. Dies könnte 2025 nach einer neuen Studie Realität werden. Neue Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) werden unsere jetzige Verkehrsinfrastruktur einmal komplett umkrempeln. Die Fahrzeuge der Zukunft verfügen über eine präzise Ortung und hochgenaue digitale Karten mit dynamischen Umfeldinformationen. Gleichzeitig wird die Vernetzung von Fahrzeugen, Infrastrukturen und Daten-Clouds die Sicherheit, Nachhaltigkeit und den Komfort im Verkehr deutlich verbessern. Die heutige Mobilität, die sich seit den fünfziger Jahren kaum verändert hat, wird bis 2025 durch die Aufhebung der Grenzen zwischen Verkehrs- und Kommunikationsinfrastruktur auf eine völlig neue Ebene gehoben. Vernetzte, automatisierte Fahrzeuge werden ihre Fahrmanöver koordinieren und den Verkehrsfluss optimieren.

Dies sind Ergebnisse der Studie „Mobilität 2025: Koexistenz oder Konvergenz von IKT für Automotive?“, die im Rahmen des Technologieprogramms IKT für Elektromobilität II des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Auftrag des VDE erstellt wurde. Ein weiteres Ergebnis der Studie: Neue Informations- und Kommunikationstechnologien revolutionieren nicht nur den Autoverkehr, sondern auch die heutige Automobilbranche. IKT wird die Automobilindustrie mit der Kommunikationstechnologie zusammenführen, wenn nicht sogar verschmelzen. Durch die Vernetzung wird die zunehmende Elektrifizierung der Antriebsstränge nicht mehr aufzuhalten sein. Einziges Risiko bleiben die Daten: Das Unfallrisiko wird durch das Datenrisiko ausgetauscht. Statt Safety (Verkehrssicherheit) stehe künftig Security (Datensicherheit) im Vordergrund.

Die Revolution im Autoverkehr wird von der IKT vorangetrieben. Die neue Kommunikationsinfrastruktur wird die traditionelle Verkehrsinfrastruktur umkrempeln

und zum Teil sogar überflüssig machen. Die Studie untersucht zwei Szenarien der künftigen Entwicklung: Koexistenz oder Konvergenz von IKT für Automotive. Seit kurzem scheinen sich die großen Hersteller aus der Auto- und der Internet-/IT-Welt zu verbünden, um gemeinsam die unvermeidliche Umwälzung voranzutreiben. Die IKT werden die Leistungsfähigkeit und die Effizienz der Verkehrssysteme nachhaltig verbessern. Die hochgradige Vernetzung in Intelligenten Verkehrssystemen (IVS) sei die Basis für eine Vielzahl von Anwendungen im Bereich Sicherheit, Nachhaltigkeit und Komfort. Dabei werden IKT selbst zum Innovationstreiber in IVS: Sie unterstützen die Automatisierung des Verkehrs und erlauben neuartige, datengetriebene Dienste und Geschäftsmodelle.

Die Beziehung zwischen Automobilindustrie und IT-Branche sei nach wie vor ein Kooperationswettbewerb (Coopetition), so die Studie: In Kooperationen werden Produkte und Dienstleistungen aus der IT-Branche ins Fahrzeug integriert, um den Kundennutzen zu erhöhen, andererseits seien beide Branchen Konkurrenten um den Zugang zum Endkunden für Mehrwertdienste und die Bindung an das eigene Unternehmen. Deshalb entwickeln die meisten Automobilhersteller weiterhin proprietäre IT-Systeme für ihre Fahrzeuge, zu denen den großen IT-Unternehmen der Zugang verwehrt werde. Für Konnektivitäts- und automatisierte Fahrfunktionen dominieren dabei klassische produktbasierte Erlösmodelle. Die notwendige Hard- und Software wird als aufpreispflichtige Sonderausstattung verkauft.

Autohersteller werden zu integrierten Technologiekonzernen

Dieser Kooperationswettbewerb wird in den nächsten zehn Jahren durch echte Kooperationen mit einer umfassenden Öffnung gegenüber der andere Seite (Cooperation) ersetzt. Aus den Automobilherstellern werden dabei integrierte IT-/Auto-Technologiekonzerne, entweder durch den notwendigen Aufbau neuer eigener Kompetenzen oder durch branchenübergreifende Fusionen und Übernahmen (Consolidation), so das Konvergenz-Szenario der Studie.

Für Konnektivitätsfunktionen und automatisierte Fahrfunktionen werden sich neue dienstleistungsbasierte Erlösmodelle aus der IT- und Kommunikationswelt durchsetzen. Gegen Entgelt (Abo oder Nutzungsgebühr) kann der Fahrer Softwareupdates und neue Fahrzeugfunktionen freischalten. Die verschiedenen Verkehrsträger und -anbieter werden durch multi- und intermodale Plattformen verbunden. „Mobility as a Service“ wird zum Massenphänomen,

auch außerhalb der großen urbanen Zentren. Der Fahrer der Zukunft wechselt seinen Verkehrsmodus (z. B. vom Fahrrad zur Bahn und dann zum Elektroauto) in Relation zu Zeit und Kosten.

Fahrverbot für nicht vernetzte Autos denkbar

Bei der Fahrzeugkommunikation steht der Informationsaustausch zwischen technischen Systemen untereinander (Internet der Dinge) im Vordergrund. Die Fahrzeuge kommunizieren mit Infrastrukturelementen wie Ampeln oder Verkehrserfassungssystemen, aber auch untereinander. 2025 wird fast jedes neu zugelassene Fahrzeug mit anderen Fahrzeugen und der Verkehrsinfrastruktur kommunizieren können. Damit würden auch vollumfänglich autonome fahrerlose Systeme im normalen Straßenverkehr in greifbare Nähe rücken. Um den Hemmschuh des Mischverkehrs aus Fahrzeugen mit sehr unterschiedlicher „Intelligenz“, d. h. sehr unterschiedlichen Graden an Vernetzung und Automatisierung, zu beseitigen, sei es sogar denkbar, dass Fahrzeugen ohne Fähigkeit zur Car-to-X- (Car-to-Car- und Car-to-Infrastructure-) Kommunikation die Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr künftig verwehrt würde.

Die Studie wurde im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm IKT für Elektromobilität II (BMWi) vom VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. betreut. Autoren der Studie sind die Technische Universität Dresden (Vodafone Stiftungslehrstuhl Mobile Nachrichtensysteme, Dr. Andreas Festag), das IVM Institut für Vernetzte Mobilität gGmbH (Marco Rehme) und das IFAK Institut für Automation und Kommunikation e.V., Magdeburg. Die Studie wurde inhaltlich durch einen Beirat namhafter deutscher Industrieunternehmen (bestehend aus BMW, Continental, Deutsche Telekom, DLR, Innoman, Siemens, Toyota, VDE, Vodafone und Volkswagen) begleitet.

Download: www.vde.com/studien

T4 Gleichstrom im Niederspannungsbereich



Henriette Boos,
Projektmanagerin im Bereich
Standardisierung + Innovationen
der DKE Deutsche Kommission
Elektrotechnik Elektronik Infor-
mationstechnik in DIN und VDE,
Frankfurt am Main

Einführung

Solarzellen als alternative Stromlieferanten produzieren Gleichstrom (DC). Wenn man sich in der Wohnung umsieht, fällt einem auf, dass die meisten Geräte wie Fernseher, Computer und Telefone intern mit DC betrieben werden. Aus der Steckdose kommt jedoch Wechselstrom – wie passt das zusammen? Es stellt sich die Frage, ob der von den Solarzellen gelieferte Gleichstrom erst verlustbehaftet nach AC umgewandelt werden muss, wenn die meisten Geräte im Haushalt intern ohnehin mit DC betrieben werden und Netzteile nutzen, die die Spannung heruntertransformieren und den Strom gleichrichten.

Die Stromabnehmer sind beispielsweise Leuchten, Haushaltsgeräte, Unterhaltungselektronik oder in der Industrie Werkzeugmaschinen. Bei genauerer Betrachtung ist jedoch festzustellen, dass es die unzähligen Motoren, Lampen, Netzteile und elektronischen Bauteile sind, in denen die elektrische Energie in andere Formen wie Licht oder Bewegung umgesetzt werden. Die meisten dieser Elemente erfordern bereits heute Gleichstrom oder lassen sich einfach umrüsten, etwa durch Einsatz von Universalmotoren, die sowohl mit AC als auch mit DC funktionieren.

Historisch bedingt wurde unser elektrisches Energieversorgungssystem entworfen, um aus zentralen Erzeugungsanlagen den Wechselstrom in Richtung dezentraler Verbraucher zu bewegen. Haushalte und Unternehmen werden über Hoch-, Mittel- und Niederspannungsleitungen mit elektrischer Energie versorgt. Abnehmer sind dann die Leuchten, Motoren, Netzgeräte und andere Verbraucher in Haushalten und Industrie. Das bestehende Netz weist eine hierarchische Struktur auf, jedoch ändert sie sich durch die Einbindung regenerativer Energiequellen (Wind, Solar, Biomasse), wodurch Einspeisequellen und Einspeiseorte hinzugekommen sind und weiterhin dazukommen. Die Verbraucher von heute und die Erzeuger erneuerbarer Energien verlangen, dieses Modell zu überdenken.

Gleichstrom wird Wechselstrom wahrscheinlich nicht ersetzen aber ergänzen, und dann werden Lösungen für den Einsatz von Gleichstromsystemen benötigt.

Vorteile von Gleichstrom

Oft wird Gleichstrom von dezentralen Energieerzeugern produziert oder in ihren Umwandlungen genutzt. In den meisten Verbrauchern wird Gleichstrom zur internen Versorgung der einzelnen Funktionskomponenten eingesetzt. Viele elektronische Betriebsmittel könnten mit Gleichspannung versorgt werden, ohne Konvertierungsverluste hinnehmen zu müssen. Umwandlungsverluste von Wechselspannung in Gleichspannung könnten somit eingespart werden, große Netzteile wären überflüssig und Investitionskosten könnten eingespart werden. Davon würden nicht nur Endverbraucher, sondern auch Hersteller profitieren. AC/DC-Wandler könnten damit entfallen.

Die Nutzung eines DC-Netzes könnte daher einige technische Vorteile mit sich bringen:

- Umwandschritte entfallen
- Geringerer Materialaufwand
- Reduzierte Umwandlungsverluste
- Echte Unterbrechungsfreiheit
- Entfallen der 5 - 8 ms Umschaltzeit zur Erkennung von Abweichungen in Phasenlage, Phasenwinkel und Amplitude von Bypass und Transferschalter
- Verbesserung der Netzqualität
- Problematik von AC-Oberschwingungen entfällt
- Effizientere Nutzung des vorhandenen Leiterquerschnittes

Ein Gleichstromsystem wäre für Energieerzeuger wie Photovoltaikanlagen und Brennstoffzellen gut geeignet. Die Energieerzeuger erzeugen oft Gleichstrom (zum Beispiel Photovoltaik, Brennstoffzelle). Dieser muss in einem AC-System aber erst umgewandelt werden, um daraufhin in das elektrische System des Gebäudes eingespeist zu werden, um letztendlich doch wieder in Gleichspannung zurückgewandelt zu werden, wo er dann für viele Endanwendungen benutzt werden kann. Diese DC-AC-DC-Umwandlungen führen zu erheblichen Energieverlusten und könnten in einem DC-Netz reduziert werden.

Mikroturbinen, kleine Wasserkraftwerke und Windkraftanlagen mit variabler Drehzahl erzeugen Wechselstrom mit einer anderen Frequenz als das Netz und brauchen daher einen AC/DC/AC-Wandler. Diese Erzeuger können aus der Verbindung mit einem DC-System ebenfalls profitieren, da auch hier der DC/AC-Wandler entfernt werden oder durch einen einfacheren und kostengünstigeren DC/DC-Wandler ersetzt werden kann.

Auch Batterie- bzw. Speichersysteme können ohne Wandler direkt an das System angeschlossen werden, was Kosten einspart und Verluste reduziert.

Auch unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz stellt Gleichstrom eine Alternative dar. Beispielsweise können viele unnötige Wandlungsverluste vermieden werden, da Einzelnetzteile überflüssig werden. Gerade bei Gebäudeinstallationen wäre neben einem Wechselspannungsnetz eine Gleichstrominfrastruktur denkbar.

Wirtschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen

Zurzeit sind nur Nischenapplikationen wie zum Beispiel Rechenzentren entstanden und daher ist die Marktentwicklung schwer abzuschätzen. Denkbar wäre eine dezentrale Energieversorgung und -speicherung in Zukunft in Regionen wie zum Beispiel Indien, Afrika und vielleicht auch in Südamerika ausschließlich über Gleichstrom, denn nur mit Gleichstrom ist eine größere Reichweite und höhere Leistung mit/über dasselbe Kabel/Leitung möglich. Die Nutzung von Gleichstromsystemen ist in Schwellenländern in vielen Bereichen denkbar: so wird zum Beispiel in Indien 20 % der elektrischen Energie für Bewässerungspumpen benötigt. Diese Systeme sollen auf dezentrale Gleichstromlösungen mit PV umgestellt werden, die sich innerhalb von drei Jahren amortisieren.

Sicherheit und Schutzkonzepte

Schutzziele sollen die Sicherheit von Personen, Nutztieren und Sachwerten bei bestimmungsgemäßen Gebrauch elektrischer DC-Anlagen und -Geräten sicherstellen. Gefährliche Körperströme und überhöhte Temperaturen, die möglicherweise Verbrennungen und Brände verursachen können, gehören zu den Risiken. Ebenso bergen Überstrom, Unterbrechung der Stromversorgung und Lichtbögen zusätzliche Gefahren.

Besonders zu betrachten ist die Personengefährdung bei Gleichstrom durch den elektrischen Schlag. Im Bereich der Niederspannung werden die meisten Geräte von Laien bedient und betrieben, die elektrische Sicherheit spielt deswegen gerade hier eine besondere Rolle. Wie in der *Tabelle* (Seite 9) dargestellt, existieren mittlerweile zahlreiche elektrische Anlagen mit einer Nennspannung oberhalb der zulässigen Berührungsspannungsgrenzen von 120-V-DC.

Die Wirkungen des elektrischen Gleichstroms auf den Menschen und Tiere ist meist nur auf physiologischer Basis bekannt. Zu den Wirkungen gehören neben der reinen Wahrnehmung die Muskelkontraktion mit Verkrampfung, das Herzkammerflimmern und elektrochemische Effekte wie zum Beispiel die Verätzung und die Hämolyse. Ein Schwellenwert für eine Loslassschwelle bei Gleichstrom ist nicht bekannt. Während Versuche zur Wahrnehmung einfach an Versuchspersonen

ANWENDUNG	NENNSPANNUNG IN VOLT
solarbetriebene Gartenleuchten u. ä.	12
Telekommunikation (International, Europa, Deutschland)	48/60
Bahnübergangssicherungseinrichtungen	48
Straßenbahnen, U-Bahnen, Oberleitungs-Omnibus	800
Bahn Signaltechnik (Deutschland)	60
Elektromobilität (derzeit)	48/200-800
Elektromobilität (perspektivisch)	bis 1500
Rechenzentren	380
Gebäudeinfrastruktur am Beispiel DCC+G aktive Leiter (+/-)	760
aktive Leiter gegen Bezugsleiter (Erde)	380
PV-Anlagen	24/48/ bis 1500
Versorgungsnetze auf Schiffen	1000

Tabelle: Anwendungen und Spannungslagen

durchgeführt werden können, sind Versuche zur Untersuchung der Flimmerschwelle am Menschen nicht möglich.

Aber auch der Schutz bei Überspannung ist hinsichtlich des Auftretens temporärer Überspannungen in DC-Netzen nicht zu unterschätzen und gesondert zu analysieren. Hierbei ist besonderes Augenmerk darauf zu legen, eine Unterscheidung nach den Ursachen der Überspannung vorzunehmen, d.h. die Überspannung durch einen Blitzeinschlag und die Überspannung durch Oszillationen im Netz getrennt zu betrachten.

Bei Nutzung von Gleichstromsystemen ist zusätzlich die Gefährdung durch DC-Lichtbögen zu betrachten; im Vergleich zu konventionellen AC-Netzen stellen diese Netze ganz neue Anforderungen an Steckverbinder, Schalter und Leitungen. Durch das Fehlen des Nulldurchgangs, wie er in einem 50-Hz-AC-Netz auftritt, entsteht beim Schalten, Trennen oder bei Isolationsfehlern ein Lichtbogen, welcher das Material erheblich beansprucht, schädigt und letztendlich die Funktionalität beeinträchtigt. Es muss gezielt auf die Vermeidung der Gefährdung beim Ziehen eines Steckers unter Last hingewiesen werden. So gehören zu den Basiselementen für Sicherheit und Betrieb neben dem Basis- und Fehlerschutz auch der Zusatzschutz zum Beispiel gegen direktes Berühren.

Spannungsebenen und Normungsbedarf

Viel Normungsbedarf tut sich im Bereich der Betriebsmittel und Komponenten auf. Neben den Kabeln, bei denen die Verlegarten in den Errichtungsbestimmun-

gen überprüft werden sollten, sind auch Steckverbinder, Steckvorrichtungen und Klemmen nicht ausreichend in der Normung abgedeckt. Das Gleiche gilt für Normen im betrachteten Anwendungsbereich der Photovoltaik. So wird sowohl bei der DIN VDE V 0124-100 (VDE V 0124-100) „Netzintegration von Erzeugungsanlagen – Niederspannung – Prüfanforderungen an Erzeugungseinheiten vorgesehen zum Anschluss und Parallelbetrieb am Niederspannungsnetz“ als auch bei DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712) „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Solar-Photovoltaik- (PV)-Stromversorgungssysteme“ eine Anpassung an DC-Netze als notwendig beschrieben, da einige Prüfverfahren evtl. entfallen würden (zum Beispiel Wechselrichter) bzw. andere ergänzt werden müssen (DC/DC-Wandler).

Besonderes Interesse gilt der Festlegung der Spannungsebenen. In der Internationalen elektrotechnischen Kommission (IEC) wurden in dem Gremium „Low Voltage Direct Current Applications, Distribution and Safety for use in Developed and Developing Economies“ zwei bevorzugte Spannungsebenen definiert; für den niedrigen Leistungsbereich liegt sie bei 48 V, für höhere Leistungsbereiche bei 380 V. Wegen der gesonderten Gegebenheiten in den Vereinigten Staaten von Amerika wurde ergänzend die Spannungsebene 24 V festgelegt.

Weitere Betrachtungen hinsichtlich des Normungs- und Forschungsbedarfs gelten den Bereichen Schutz gegen thermische Einflüsse, Korrosionsschutz und EMV. Bei dem Schutz gegen thermische Einflüsse

wird angeraten die energetischen Betrachtungen und Berechnungsformeln zu untersuchen. Im Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) sollten zum Beispiel die EMV-Normen für mit Gleichstrom betriebene Betriebsmittel überprüft und ggf. neu erstellt werden und auch eine Festlegung von EMV-Grenzwerten für universell einsetzbare und skalierbare DC-Stromversorgungssysteme erfolgen.

Forschung und Empfehlungen

Die Idee eines Gleichstromsystems findet auch in der Forschungslandschaft einen Platz. Es gibt eine ganze Reihe an Projekten, die sich mit diesem Thema beschäftigen. So wird zum Beispiel die Auswirkung von Gleichstrom auf den menschlichen Körper untersucht, die Isolationskoordination neu hinterfragt oder die Installation eines DC-Microgrids in einem Bürogebäude realisiert. Aber es gibt auch hier noch einige Lücken hinsichtlich der Forschung. So wäre zum Beispiel eine Fortführung von Untersuchungen in Hinblick auf die fehlende Loslassschwelle bei Gleichstrom anzuraten, ebenso die thermischen Auswirkungen auf den Körper und die spezifischen Wirkungen auf das Blut.

Forschungsbedarf besteht auch auf dem Gebiet der Lichtbogenthematik bei Gleichstrom. Auch sind hier entsprechende Normen bzgl. des stromlos und spannungsfreien Steckens bzw. Trennens in DC-Systemen zu erarbeiten. Somit ergibt sich als grundlegende Anforderung ein Verpolschutz des Steckers sowie eine Verhinderung von Gefährdungen für Personen und Sachen beim Ziehen unter Last. Das Einstecken eines Steckers mit direkter Stromaufnahme des Verbrauchers ist ebenfalls zu vermeiden, da es zu Lichtblitzen und Abbranderscheinungen an den Steckkontakten führen kann. Letztendlich müssen Steckverbinder in „laienbedienbar“, d.h. verpolsicher, trennen unter Last und werkzeuglos und „nicht-laienbedienbar“ unterschieden werden.

Die Deutsche Normungs-Roadmap „Gleichstrom im Niederspannungsbereich“

Mit dem Aufkommen der Photovoltaik zur alternativen Stromerzeugung und der Neuentdeckung der Elektromobilität – beides Anwendungsgebiete, die mit höheren Gleichspannungen arbeiten und im unmittelbaren Zugriff der Nutzer stehen – wurde offensichtlich, dass zeitnah entsprechend sichere Systeme zur Verfügung stehen müssen. Hierfür wurde in den letzten Jahren durch verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen und Entwicklungen die Grundlage gelegt. Für das Einführen eines Gleichstromnetzes gab es bislang keinen zwingenden Grund, obwohl die meisten Informations- und Unterhaltungsgeräte intern mit Gleichstrom arbeiten und wegen

DKE - Roadmap



der Wechselstromversorgung eine Transformation und Gleichrichtung mittels Netzteil erforderlich ist. Gleichstrom fristete in den vergangenen 100 Jahren allenfalls ein Nischendasein. Doch heute wird er immer wieder angesprochen, und das nicht nur in der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ), sondern auch im Niederspannungsbereich. Jedoch ist auch Vorsicht geboten, denn bisherige Schutzkonzepte, Schaltgeräte und Versorgungseinrichtungen, die für Wechselstrom entwickelt sind, lassen sich nicht eins zu eins auf Gleichstrom übertragen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Gleichstrom Vorteile aufweist, die ihn für einen breiten Einsatz interessant machen. Um einen Überblick über das breite Anwendungsgebiet von Gleichstrom zu geben, aber auch um Lücken und Handlungsempfehlungen aufzuzeigen, wurde die Normungs-Roadmap „Gleichstrom im Niederspannungsbereich“ erarbeitet.

Sie ist eine Gemeinschaftsarbeit von technischen Experten der Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (DKE) und der involvierten Interessenvertretungen und Fachkreise. Die mitwirkenden Personen kommen aus den unterschiedlichen Bereichen der Industrie und Forschung, aber auch von Verbänden und der Politik. Dies ist wichtig, um wirklich alle Aspekte beleuchten zu können, denn umso facettenreicher der Arbeitskreis zusammengesetzt ist, desto vielfältiger sind die Betrachtungsweisen und Ansatzpunkte. Am Ende

des Erarbeitungsprozesses stand bei der Normungs-Roadmap eine umfangreiche Kommentierung durch die breite Öffentlichkeit. In einer abschließenden Redaktionssitzung wurden sämtliche Kommentare diskutiert und gegebenenfalls eingearbeitet.

Inhaltlich ist die Normungs-Roadmap in sechs Abschnitte gegliedert:

- Voraussetzungen für DC-Anwendungen, gesetzliche Rahmenbedingungen und Festlegungen
- Schutzziele und Schutzkonzepte
- Basiselemente für Sicherheit und Betrieb
- Technologien
- Regelung und Koordination
- Anwendungsfelder

Durch die Komplexität des Themas tauchen bestimmte Aspekte wie zum Beispiel die Gefahr durch Lichtbögen vielfach unter verschiedenen Gesichtspunkten auf. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse bei den Arbeiten dieser Roadmap sind die Gremien aufgefordert zu prüfen, ob ihre Normen das Thema Gleichstrom bereits hinreichend abdecken, und ggf. festgestellte Lücken zeitnah zu schließen. In dieser ersten Version der Normungs-Roadmap konnten jedoch noch nicht alle Bereiche hinreichend beleuchtet werden. Daher ist die zeitnahe Aufnahme der Arbeiten an einer zweiten Version geplant, um auch Themen wie dem sicheren Trennen und Schalten, der Power Quality und dem

parallelen Betrieb von Verbrauchern im DC-Netz gerecht werden zu können.

Die Normungs-Roadmap „Gleichstrom im Niederspannungsbereich“ kann kostenlos unter www.dke.de/Gleichstrom-Roadmap heruntergeladen werden.



T5 VDE/ETG-Task Force Zentrale und dezentrale Erzeugung



Prof. Dr.-Ing. Günther Brauner,
TU Wien, Leiter des FB V1
„Zentrale und dezentrale
Erzeugung“

Mit dem Energiekonzept der Bundesregierung wurde in Deutschland ein langfristiger Fahrplan zur Verbesserung des Klimaschutzes und zum Umbau der Energieversorgung auf regenerative Technologien festgelegt. Bis zum Jahr 2050 soll der Bruttoendenergiebedarf zu 60 % und der Elektrizitätsbedarf zu 80 % auf Erneuerbare Energie (EE) umgestellt werden. In einer Arbeitsgruppe der VDE-ETG-V1 wurde untersucht, welche Auswirkungen diese Vorgaben auf die Infrastrukturen der Elektrizitätsversorgung haben und welcher Handlungsbedarf für die zukünftige Entwicklung der nachhaltigen Energieversorgung besteht.

Die Energiewende stellt einen Weg nachhaltigen Energieversorgung mit einer damit langfristig gültigen Zielvorgabe dar. Dieser Weg ist daher als langfristiger Evolutionsprozess und nicht als kurzfristiger Revolutionsprozess zu verstehen und hängt von vielen, noch zu gestaltenden Aspekten und Rahmenbedingungen, z.B. technologischer, wirtschaftlicher, umweltpolitischer und gesellschaftlicher Art ab. Er ist nicht vollständig planbar, sondern stellt einen längerfristigen, evolutionären Anpassungsprozess dar, dessen Ziel die Substitution von fossiler Energie vorwiegend durch nachhaltig gewonnene Elektrizität ist. Die zukünftigen Rahmenbedingungen bestimmen daher neben der technologischen Entwicklung, ob dieser Evolutionsprozess gelingen kann. Er sollte zweckmäßige Anfangsbedingungen finden z.B. Chancengleichheit, zeitliche Begrenzung

von Anschubfinanzierungen, faire Wettbewerbsbedingungen, aber keine zu engen Begrenzungen erfahren, um sich frei und evolutionär entfalten zu können.

Die Umstellung auf nachhaltige Energiequellen ist mit erhöhten Fluktuationen der Erzeugung, stärker leistungsorientierten Ausbau der Energieinfrastrukturen und erhöhtem Bedarf an Speichern, Netzkapazitäten und flexiblen Erzeugungseinheiten zur raschen Bereitstellung von Ausgleichsenergie verbunden. Dabei ist zu klären, welche Entwicklungstendenzen technisch und energiewirtschaftlich günstiger sind: zentrale oder dezentrale Entwicklungskonzepte.

Dezentrale Entwicklungskonzepte erweisen sich insbesondere für die Integration der Photovoltaik in die Verteilnetze von Vorteil. Die Photovoltaik ist durch hohe Gleichzeitigkeit der Erzeugung infolge der Globalstrahlung gekennzeichnet. Die kann zur Überlastung der Verteilnetze und zu gleichzeitig geringem Marktwert dieser Energie führen. Als Lösung ist hier ein zellulärer Ansatz zweckmäßig, bei dem die Leistungen der gebäudeintegrierten PV-Anlagen auf den lokalen Bedarf abgestimmt und mit lokalen Speicherbatterien ausgestattet sind. Damit wird es möglich, ohne Ausbau der Verteilnetze bis zu etwa 50% des Elektrizitätsbedarfs dort zu decken. Die PV stellt dann aus der Sicht der Übertragungsnetze keine Erzeugungs-, sondern eine Lastminderungstechnologie mit geringem Infrastrukturaufwand dar.

Die Windenergieanlagen sind bei Integration in die Mittelspannungsnetze ebenfalls zur Selbstversorgung der dezentralen Energiezellen einsetzbar. Für die Energieversorgung der Ballungszentren und der Industrie ist aber auch eine Integration in die Übertragungsnetze als große Onshore- oder als Offshore-Windparks notwendig. Hierdurch wird auch ein teilweiser gegenseitiger Ausgleich der Fluktuationen der Windparks möglich, was zu einem verminderten Bedarf an Speicherkapazitäten und Ausgleichsenergie führt. Um den Ausbaubedarf an Übertragungsnetz- und Speicherkapazitäten zu minimieren, sollten zukünftig im Binnenland Schwachwindanlagen eingesetzt werden. Diese haben vergrößerte Rotordurchmesser mit z.B. 8 MW Antriebsleistung und begrenzte Generatorleistungen von etwa 3 MW. Hierdurch ergeben sich auch im Binnenland 3.000 Vollbetriebsstunden. Gleichzeitig werden der leistungsorientierte Ausbau der Netze für die kurzzeitig zu übertragende Spitzenleistung und ebenfalls der Speicherbedarf geringer (Bild 1).

Die regenerativen Erzeugungsanlagen stellen zukünftig zeitweilig die überwiegenden Erzeugungskapazitäten dar mit Spitzenlasten bis zum dreifachen der Netzlast. Dies stellt zukünftig große Herausforderungen

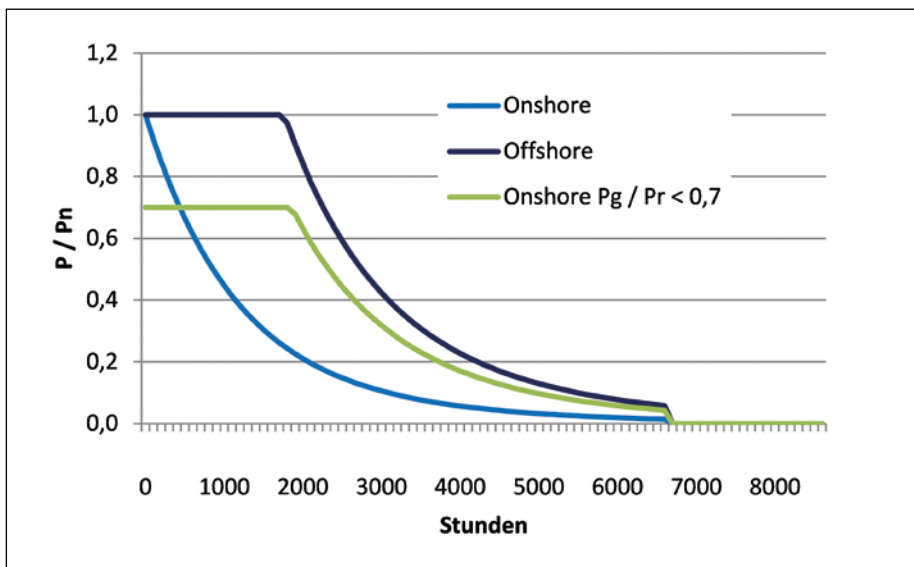


Bild 1: Jahresdauerlinien von Offshore-Windkonvertern und Schwachwind-Onshore-Anlagen sowie konventionellen Binnenland-Windanlagen

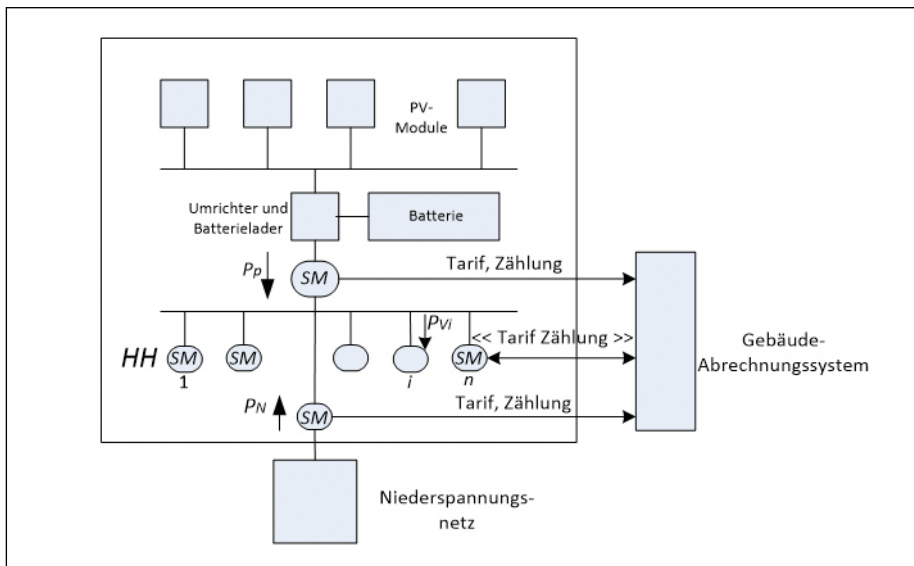


Bild 2: Dezentrale Energiezelle mit Smart Metern

insbesondere für die Übertragungsnetze dar. Die Infrastrukturen können aus Sicht der Energiewirtschaft und des Umweltschutzes nicht entsprechend der kurzfristig auftretenden Spitzenlast der Erzeugung ausgelegt werden. Die regenerativen Energiequellen müssen sich daher zukünftig in ihren Eigenschaften an den technisch und wirtschaftlich möglichen Ausbau der Infrastrukturen anpassen.

Dies stellt einen Paradigmenwechsel bei der Netzintegration dar. Bisher wurde den regenerativen Energiequellen die Reserveleistung der Netze (unter Aufgabe des statischen n-1-Prinzips) kostenlos für ihre Integration zur Verfügung gestellt. Die Übertragungs-Netzreserven sind derzeit weitgehend aufgebraucht und ein europäisches Engpassmanagement ist notwendig geworden. Zukünftig müssen die Infrastrukturen und die Quellen einem gemeinsamen volkswirtschaftlichen Optimum zugeführt werden. Hierzu müssen die Quellen leistungsbegrenzt als Schwachwindanlagen ausgelegt werden.

Weiterhin ist es notwendig, die Infrastrukturen für Elektrizität, Wärme und Gas zukünftig als integriertes System zu betrachten, um insbesondere Überschussenergie in Form von Wärme und Power-to-Gas nutzen zu können und damit einen hohen Nutzungsgrad des regenerativen Potentials sicherzustellen.

Alle Sektoren des Energiebedarfs müssen sich zukünftig in Richtung nachhaltige Energieversorgung entwickeln, d.h. den Grad der Elektrifizierung erhöhen. Im Bereich der Haushalte kann dies durch Umstellung der Heizungsanlagen auf Wärmepumpen erfolgen. Im Bereich des Verkehrs sollte der elektrische Antrieb langfristig den Verbrennungsmotor ersetzen.

Auch die Industrie sollte ihre Produktionsanlagen entsprechend umstellen. Im Bereich der motorischen Antriebe sind sie bereits in hohem Maß auf elektrische Energieversorgung umgestellt. Um an der überwiegend durch Elektrifizierung gekennzeichneten Energiewende zukünftig

tig teilnehmen zu können, sollten sie im Bereich der Prozesswärme von derzeitig überwiegend fossiler Energienutzung auf elektrisch erzeugte Prozesswärme umstellen. Im Bereich der Niedertemperatur-Prozesswärme ist auch eine teilweise Umstellung auf Solarthermie möglich.

Schließlich sollten Echtzeitpreise und die allgemeine Einführung von Smart Metern dazu beitragen, das Verhalten der Endenergienutzer stärker an die Erzeugungscharakteristik der regenerativen Quellen anzupassen. Durch dezentrale Intelligenz kann diese Verbrauchssteuerung dann automatisch erfolgen. Da die Endnutzer zukünftig über Erzeugungskapazitäten als Prosumer verfügen, ist eine Automatisierung des dezentralen Energiehandel in Klein-Bilanzgruppen erforderlich (Bild 2 Seite 11).

T6 Schutz vor Stromschlag bei Überflutungen



Thomas Raphael,
Geschäftsführer des VDE-
Ausschusses Sicherheits- und
Unfallforschung (SUF)

VDE-Merkblatt gibt wichtige Hinweise zum sicheren Umgang mit elektrischen Anlagen

Hochwasser bedeutet oft eine Gefahr für das Leben von Menschen – und das nicht nur unmittelbar. Eine Gefährdung geht auch von elektrischen Anlagen aus, die bei Überflutungen mit Wasser in Kontakt stehen oder standen. Überflutung wird hier als allgemeiner Begriff benutzt, der sowohl Hochwasser als auch eindringendes Wasser bei „Starkregen“ bezeichnet.

Kommen elektrische Anlagen mit Wasser in Berührung, kann dies für Personen, die das Wasser betreten – z.B. Bewohner, die einen Keller auspumpen wollen –, tödlich enden. Aber auch nach dem Ende der Überflutung kann Schmutz und Restwasser in Steckdosen, Abzweigboxen usw. die Sicherheit der elektrischen Installation erheblich einschränken.

Was zu tun ist sowohl während der Überflutung selbst, aber auch danach und vorausschauend in der Planungsphase, darüber informiert ein Merkblatt des VDE-Ausschusses „Sicherheits- und Unfallforschung“. Es richtet sich an Eigentümer und Mieter von Wohn- und Geschäftsräumen.

RICHTIGES VERHALTEN BEI ÜBERFLUTETEN RÄUMEN

VORHER

Notrufnummer des örtlichen Netzbetreibers:

.....

Notieren Sie auf dem Merkblatt die Notrufnummer des örtlichen Netzbetreibers.

Bewahren Sie dieses Merkblatt so auf, dass Sie es im Notfall sofort finden.

WÄHREND

112

Ruhe bewahren!

Hilfe anrufen!
Feuerwehr oder THW: 112

Keine eigenen Pumpen oder Verlängerungsleitungen nutzen. Diese können inzwischen Defekte aufweisen und in Verbindung mit Wasser zur Gefahr des elektrischen Schlages führen!

Keinen psychischen Druck auf Einsatzkräfte ausüben!
Weiterhin Ruhe bewahren.

Überflutete Räume **nicht** betreten!

Berühren Sie keine Metallteile (z. B. Treppen, Handläufe, die in überflutete Räume führen).

Beachten Sie, dass bei einer Eigenerzeugungsanlage (Photovoltaik, KWK-Anlage, Batterieanlagen) auch nach Abschalten der öffentlichen Stromversorgung noch die Gefahr des elektrischen Schlages bestehen kann.

DANACH

Elektrische Teile, die unter Wasser standen, müssen ggf. durch Fachkräfte ausgetauscht werden, insbesondere FI-Schutzschalter und Leitungsschutzschalter.

Nach der Überschwemmung Anlage durch Elektroinstallationsunternehmen oder Netzbetreiber besichtigen und in Betrieb nehmen lassen. **Nicht selbst einschalten!**

Lassen Sie Zähler und Verteilerschrank in Bereichen installieren, die nicht überflutungsgefährdet sind. Z. B. bei Planung neuer elektrischer Anlagen oder wenn große Teile der elektrischen Anlage ausgetauscht werden müssen.

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. | Telefon: +49 69 6309-0 | Telefax: +49 69 6306-9005 | service@vde.com

Stresemannallee 15 | 60596 Frankfurt am Main | www.vde.com/hochwasser | ©2014

Die Maßnahmen dienen dazu, die Gefährdung von Personen durch elektrischen Stromschlag (elektrische Körperdurchströmung) möglichst auszuschließen. Gleichzeitig sind unnötige Abschaltungen von Stromversorgungen zu vermeiden und die allgemeine Stromversorgung weitgehend sicherzustellen, damit überlebenswichtige Einrichtungen wie z. B. Pumpen, Heizungen und Telekommunikationsverbindungen weiterhin funktionieren.

Download: www.vde.com/hochwasser

Stromnetzbetreiber, Baugewerkschaften usw. als Multiplikatoren

Um das Merkblatt möglichst breit zu verteilen, laden wir die Unternehmen und Organisationen, die einen direkten Kontakt zu Mietern oder Wohnungseigentümern haben, ein, dieses Merkblatt in ihren Kundenzeitschriften abzdrukken und auf der eigenen Homepage zu veröffentlichen.

Bitte senden Sie ein Belegexemplar an suf@vde.com
VDE e.V. Ausschuss Sicherheits- und Unfallforschung
Stresemannallee 15
60596 Frankfurt.

Weiterführende Informationen für Feuerwehr-Einsatzkräfte

Speziell für Einsatzkräfte der Feuerwehren gibt es eine detaillierte Information „Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle“ (BGI/GUV-I 8677), die von der DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung in Zusammenarbeit mit VDE/DKE herausgegeben wurde.

Download: <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/i-8677.pdf>

T7 Technische Effizienz von Spitzenkappung



Dr.-Ing. Sebastian Dierkes, RWTH Aachen, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser, RWTH Aachen, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft

Die Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energien im Zuge der Energiewende in Deutschland führt zu veränderten Anforderungen an die Planung und den Betrieb sicherer und zuverlässiger elektrischer Verteilnetze. Durch die Integration von Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien (EE-Anlagen) in die Verteilnetze werden die Netze vermehrt an ihrer Kapazitätsgrenze betrieben. Für die Gewährleistung der Sicherheit und Zuverlässigkeit elektrischer Verteilnetze bei zunehmender Integration erneuerbarer Energien kann eine konventionelle Verstärkung des elektrischen Netzes durch zusätzliche Primärtechnik erfolgen. Zur Planung und Umsetzung eines effizienten Netzausbaus muss die Versorgungsaufgabe allerdings hinreichend genau für einen Zeitraum über mehrere Jahre prognostizierbar sein, was bedingt durch den freien Netzzugang dezentraler Erzeugungsanlagen mit Unsicherheiten behaftet ist. Daher denken Netzbetreiber neben dem konventionellen Netzausbau zunehmend über innovative Betriebsmittel und Betriebskonzepte nach. In unterschiedlichen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass bei einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung ein Netzausbau für die Aufnahme sämtlicher erneuerbarer Energien bis zur letzten Kilowattstunde nicht immer sinnvoll ist.

Nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz sind die Verteilnetzbetreiber verpflichtet, die

Netzkapazität so zu erweitern, dass eine Abnahme und Verteilung elektrischer Energie aus EE-Anlagen stets sichergestellt ist. Die Auslegung der Netzbetriebsmittel muss bei hoher Durchdringung mit EE-Anlagen zunehmend an deren installierter Leistung orientiert werden. Da typische Jahresganglinien von EE-Anlagen eine geringe Anzahl Stunden mit hohen Einspeisungen zeigen, wären teilweise Netzausbaumaßnahmen für nur seltene Netznutzungsfälle erforderlich. Überlegungen, die Verpflichtung des Netzbetreibers zur Erweiterung der Netzkapazität einzuschränken, finden sich im Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung des Strommarktes (Strommarktgesetz). Hierin ist vorgesehen, von der bisherigen Verpflichtung der Verteilnetzbetreiber zur vollständigen Abnahme von elektrischer Energie aus EE-Anlagen abzuweichen und bei der Planung von Verteilnetzen eine Spitzenkappung um bis zu 3 % der eingespeisten Jahresenergie von Solar- und Windenergieanlagen in der selben Spannungsebene im Rahmen der Netzplanung zu ermöglichen.

Für eine Spitzenkappung sind in der Theorie unterschiedliche Konzepte denkbar. Bei einer pauschalen Spitzenkappung wird die maximal erlaubte Einspeiseleistung dezentraler Erzeugungsanlagen in Bezug zur installierten Leistung begrenzt. Durch ein solches Konzept wird auch in den Stunden hoher Einspeisung, in denen technisch keine Abregelung der EE-Anlagen erforderlich ist, die Leistung begrenzt und erneuerbare Energie nicht eingespeist.

Dies kann durch selektive Spitzenkappungskonzepte vermieden werden. Hierzu wird bei einem situationsbezogenen selektiven Spitzenkappungskonzept dezentraler Erzeugungsanlagen das Ziel verfolgt,

- nur dort wo erforderlich,
- nur zu Zeiten, an denen ein Netzengpass auftritt und
- nicht mehr als nötig

abzuregeln. Bei der Gestaltung von Spitzenkappungskonzepten muss neben der technischen Effizienz der für eine Umset-

zung benötigte Aufwand im Hinblick auf benötigte Sekundärtechnik und Informations-/Kommunikationstechnik sowie die Integration in die Systemführung berücksichtigt werden. Während sich eine simple Gestaltung positiv auf die Umsetzbarkeit auswirkt, ergeben sich gegenüber einem selektiven Spitzenkappungskonzept möglicherweise Ineffizienzen im Sinne einer höheren Anlagenabregelung und damit nicht nutzbaren erneuerbaren Energie.

Mit der Einführung einer Spitzenkappung kann die insgesamt in die Verteilnetze integrierbare elektrische Leistung aus EE-Anlagen erhöht und die Netzbetriebsmittel effizienter ausgelastet werden. Bislang ist nicht geklärt, wie Spitzenkappungskonzepte effizient ausgestaltet werden können und wie sehr dadurch die Netzkapazität der Verteilnetze erhöht werden kann.

Eine vom Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft der RWTH Aachen University (IAEW) für die EWE AG durchgeführte probabilistische Untersuchung belegt die technische Effizienz einer selektiven Spitzenkappung, siehe *Bild 1*. Die installierte Leistung von EE-Anlagen in deutschen Mittel- und Niederspannungsnetzen wird schrittweise bis zu einer Verdoppelung erhöht, nachdem das erste Mal ein Netzengpass (Verletzung thermischer Grenzströme oder Spannungsbandverletzungen) aufgetreten ist. Die Grafik zeigt den Anteil der deutschen Mittel- und Niederspannungsnetze, für die unter Berücksichtigung einer selektiven Spitzenkappung der Netzausbau verschoben bzw. vermieden werden kann. In windgeprägten Regionen kann der Netzausbau in rund 2/3 der Netze verschoben bzw. vermieden werden. Es ist darüber hinaus ein Unterschied zu photovoltaikgeprägten Regionen aufgrund der abweichenden Durchdringung je Spannungsebene zu erwarten, wo die Spitzenkappung eine geringere Effizienz aufweist. Gegenstand aktueller Forschungen ist eine vollständige Kosten-Nutzen-Analyse von Spitzenkappungskonzepten gegenüber einem konventionellen Netzausbau.

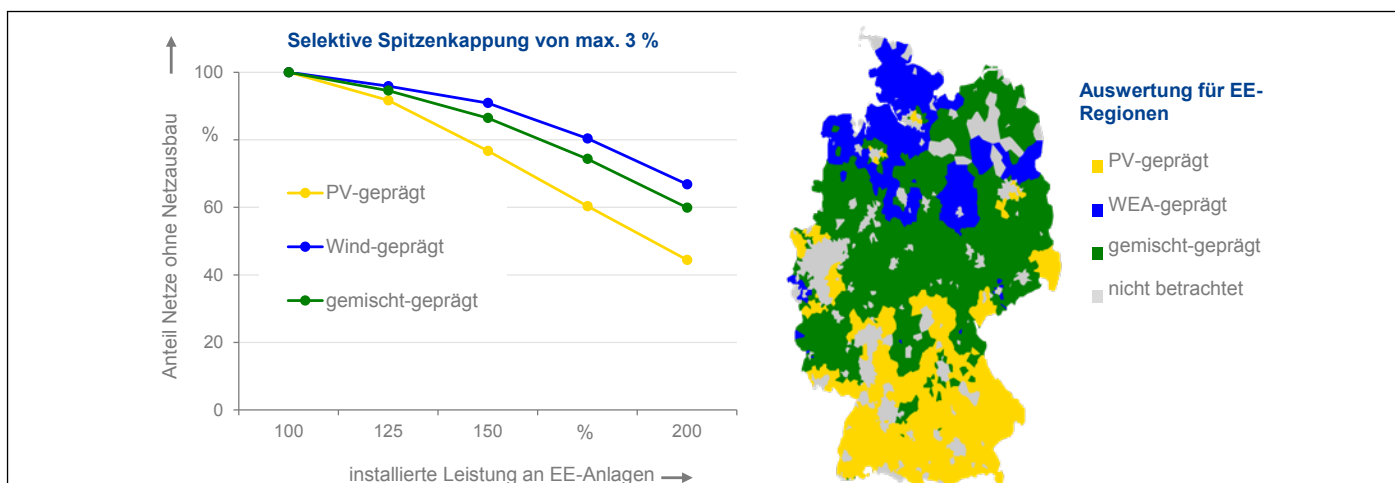


Bild 1: Anteil deutscher Mittel- und Niederspannungsnetze, für die Netzausbau bei Berücksichtigung von Spitzenkappung verschoben oder vermieden werden kann

VDE-STUDIE

SCHUTZ- UND AUTOMATISIERUNGSTECHNIK IN AKTIVEN VERTEILNETZEN



Herausforderungen, Lösungskonzepte,
Empfehlungen

HAUPTTEIL

ETG

ITG

VDE

T8 ETG/ITG-Studie „Schutz- und Automatisierungstechnik in aktiven Verteilnetzen“

Die Studie ist das Arbeitsergebnis der ETG/ITG-Task-Force „Schutz- und Automatisierungstechnik in aktiven Verteilnetzen“, entstanden in enger Abstimmung mit dem FNN-Expertenetzwerk Netzschutz. Die Task-Force-Leitung lag in den Händen von Dr.-Ing. Heiko Englert, Siemens AG, und Dr.-Ing. Heinrich Hoppe-Oehl, Westnetz GmbH. An der Erstellung der Studie wirkten 36 Experten aus Energieversorgung und Industrie aktiv mit. Mentor seitens des ETG-Vorstands war Prof. Dr.-Ing. Peter Birchner. Die Bearbeitungszeit erstreckte sich von Juli 2014 bis Januar 2016.

Die Energiewende findet im Verteilnetz statt

Da erneuerbare Energien zum überwiegenden Teil im Verteilnetz angeschlossen werden, stellt der Wandel von einer zentralen und konventionellen Energieerzeugung hin zu einer dezentralen und durch erneuerbare Energien geprägten Erzeugung insbesondere die Verteilnetze vor technische und wirtschaftliche Herausforderungen. Das Verteilnetz verändert sich von einer Einbahnstraße zu einem Straßensystem mit zunehmendem Gegenverkehr, was direkt mit Konsequenzen für Netzschutztechnik, Netzautomatisierung, Netzausbauplanung und Netzbetrieb verbunden ist.

„Aktive Verteilnetze“ sind daher notwendig. Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass **Betriebsgrößen**, wie z.B. Last- und Einspeiseverhalten, Spannung, Blindleistung, Netzschutzparameter und Topologie,

situativ und automatisch bis in die Niederspannungsebene angepasst werden können. Diese Eigenschaften sind Voraussetzung für den **sicheren und stabilen Netzbetrieb** bei stark dezentral geprägten Erzeugungsstrukturen im offenen Energiemarkt. Aktive Verteilnetze müssen dabei als Teil der **kritischen Infrastruktur** den Anforderungen an Verfügbarkeit und Informationssicherheit genügen.

Die Studie beschreibt systematisch Herausforderungen aus schutz- und automatisierungstechnischer Sicht und zeigt Lösungskonzepte und Handlungsempfehlungen auf, um diese zu bewältigen. Damit wird ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Verteilnetze zu „aktiven Verteilnetzen“ geleistet, Migrationspfade werden aufgezeigt.

Allgemeine Anreize und Bewertungskriterien für individuelle Lösungen

Die zuverlässige, sichere und schnelle Erkennung von Fehlerzuständen steht auch in aktiven Verteilnetzen im Fokus der Schutztechnik. Hierbei stellen vor allem zweiseitig gespeiste Fehlerströme und Zwischeneinspeisung, der geringere Unterschied zwischen Betriebs- und Kurzschlussgrößen, die Beherrschbarkeit ungewollter Inselnetze und die zunehmende Verkabelung der Verteilnetze aktuelle Herausforderungen dar.

Die notwendige Beobachtbarkeit der Netzsituation und Steuerbarkeit der hohen Anzahl der verteilten Erzeugungsanlagen in der Mittel- und Niederspannungsebene erfordern die Steigerung des Automatisierungsgrades in Verteilnetzen bis in die Niederspannungsebene. Damit verbunden sind die Erhöhung der Anzahl von Automatisierungskomponenten und die Intensivierung der Kommunikation sowohl von der Feld- zur Betriebsebene (vertikale Kommunikation) als auch innerhalb der Feldebene (horizontale Kommunikation).

Die steigende Anzahl der Marktteilnehmer, neue Geschäftsmodelle und geänderte ordnungspolitische Rahmenbedingungen (z.B. Pflicht zur Selbstvermarktung der Erzeuger, Netzdienlichkeit von Lasten und Erzeugern, die Einführung des intelligenten Messsystems zum Last- und Erzeugungsmanagement von Kundenanlagen, Einführung des Informationssicherheits-Managementsystems) werden zukünftig einen stärkeren, direkten Einfluss auf die Last- und Erzeugungssituation im Netz haben und damit zu vermehrten Interaktionen zwischen Netzbetrieb und Markt führen.

Der Kostendruck auf die Verteilnetzbetreiber (VNB) wie auch die steigende Komplexität im Netzbetrieb erfordern technische wie organisatorische Maßnahmen. Hierzu zählen auch Umfang und Qualifikation der eingesetzten Mitarbeiter. Weitere Potenziale werden bei der Digitalisierung der

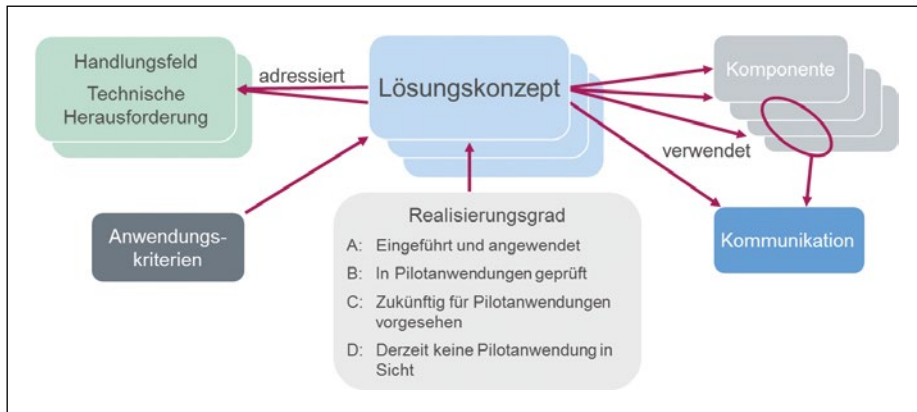


Bild 1: Vorgehensweise der Studie

Geschäftsprozesse und bei der sicheren Verbindung der Unternehmens-IT-Systeme mit den Netzführungssystemen gesehen. Dies wird zu einem stärkeren Austausch zwischen Netzleittechnik und Unternehmens-IT führen.

Automatisierung hat bei weitem nicht mehr nur die Aufgabe, den Betrieb kostengünstiger zu machen. In Netzbereichen ohne Automatisierung werden allein für den sicheren Betrieb zunehmend Automatisierungslösungen erforderlich. Dies bedingt nicht nur erhöhte Investitionen in intelligente Technik, sondern es entsteht zusätzlicher Betriebsaufwand durch diese zusätzlichen Lösungen.

Automatisierung ist heute bei der CAPEX-orientierten Regulierung häufig nicht wirtschaftlich darstellbar. Für die Automatisierung der Verteilnetze ist eine OPEX-Rendite erforderlich. Zugehörige Investitionen müssen ohne Zeitverzug angerechnet werden. Für das technisch erforderliche aktive Netzmanagement müssen regulatorische Anreize geschaffen werden.

Die vorhandenen Netze haben einen hohen volks- und betriebswirtschaftlichen Wert. Mit den verschiedenen Historien und Philosophien der Netzbetreiber bestehen teils sehr unterschiedliche Konzepte und Ausrüstungen mit Automatisierungstechniken und Schutzeinrichtungen. Die eingesetzten Schutz- und Automatisierungstechniken haben sehr lange Nutzungsdauern. Die Verantwortung verbleibt grundsätzlich beim Netzbetreiber, bei seiner individuellen Situation (z.B. Netzsubstanz, Betriebsphilosophie, etc.) die geeigneten Maßnahmen technisch und wirtschaftlich zu bewerten und die entsprechenden Maßnahmen auszuwählen und umzusetzen. **Eine universelle Lösung, die für alle Situationen geeignet ist, gibt es nicht.**

Ein Leitfaden für alle Beteiligten zur Bewertung individueller Lösungskonzepte

In der vorliegenden Studie wird durch die systematische Beschreibung der **Herausforderungen** und **Lösungskonzepte** ein

Beitrag zur Weiterentwicklung der Verteilnetze zu „aktiven Verteilnetzen“ gegeben und konkrete Handlungsempfehlungen aufgezeigt.

Die Studie richtet sich an Netzbetreiber, Hersteller, Dienstleister, Verbände, Forschungs- und Standardisierungsorganisationen sowie Politik und Regulierungsbehörden.

Die Studie stellt eine Basis für die Erarbeitung und Weiterentwicklung von **Planungs- und Betriebsgrundsätzen** dar. Sie orientiert sich an der derzeitigen Praxis und ist damit aktuell anwendbar. Sie enthält einen Leitfaden, wie die Lösungskonzepte zum konkreten Handlungsbedarf passen und zu bewerten sind. Anforderungen an die Informationssicherheit werden grundlegend berücksichtigt.

Der betrachtete **Zeithorizont** umfasst einen **kurz- bis mittelfristigen** Zeitraum, so dass die dargestellten Konzepte einen aus derzeitiger Sicht umsetzbaren Charakter besitzen. Mit dem genannten Zeithorizont steht die Migration von installierten Konzepten und Lösungen zur verbesserten Einbindung der dezentralen Erzeugungsanlagen im Vordergrund. Hierbei geht es um eine nachhaltige Weiterentwicklung der vorhandenen Substanz der bestehenden Netze.

Vom Handlungsfeld bis zur Checkliste für Lösungskonzepte

Ausgangspunkt bilden Handlungsfelder und technische Herausforderungen, die jeweils aus der schutztechnischen, automatisierungstechnischen und netzleittechnischen Perspektive sowie hinsichtlich übergreifender Aspekte betrachtet wurden (Bild 1). Für die daraus resultierenden Aufgabenstellungen wurden jeweils Lösungskonzepte gesammelt, Anwendungskriterien aufgestellt und hinsichtlich der Realisierungsgrade (A bis D) bewertet. Auf Basis der Lösungskonzepte wurden die Komponenten abgeleitet, die zum Aufbau und zur Funktion des jeweiligen Lösungskonzepts erforderlich sind. Des Weiteren wurden Kommunikationsverfahren und resultierende Anforderungen identifiziert, die von Lösungskonzepten und Komponenten berücksichtigt werden. Es wurden Leitsätze für die Umsetzung in Energieversorgungsunternehmen aufgestellt, die eine individuelle Bewertung der Lösungskonzepte gestatten.

Zentrales Ergebnis:

- **Mehr dezentrale Automatisierung – zudem Netzleittechnik mit neuen übergreifenden Funktionen**
- **nicht weniger lokale Schutztechnik – mehr übergreifende Schutzfunktionen**

Ein Ergebnis der Studie ist, dass sich der Anwendungsbereich der klassischen Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik (sog. „Automatisierungspyramide“) in Richtung Niederspannungsebene, Kundenanlagen und Energiemarkt ausweitet (Bild 2). Das Zusammenwirken von Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik erfordert einen Datenaustausch zwischen den Beteiligten.

Übergreifende Schutzfunktionen unterstützen die schnelle Fehlerabschaltung in komplexen Netzsituationen, können aber lokale Schutzfunktionen nicht ersetzen.

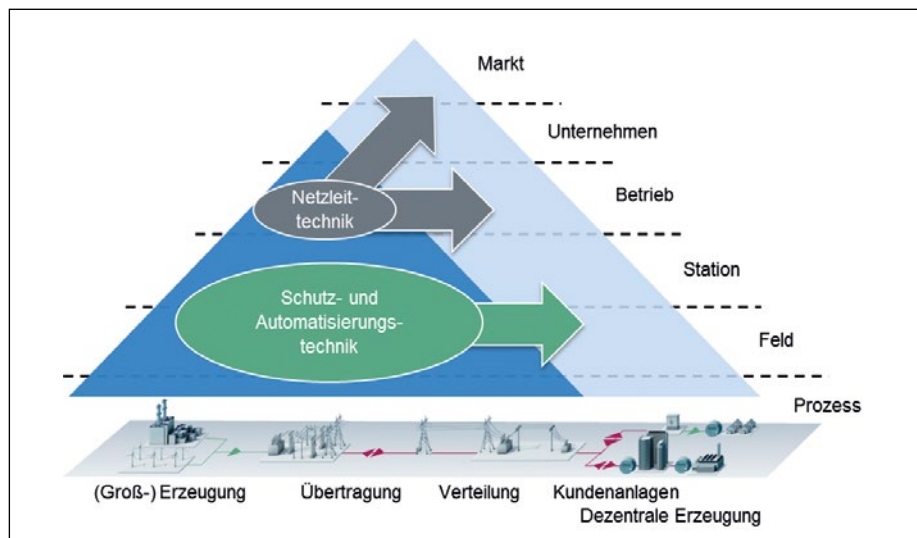


Bild 2: Ausweitung der Anwendungsbereiche von Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik

Die Analyse der Lösungskonzepte hat ergeben, dass die zur Realisierung der Lösungskonzepte erforderlichen Komponenten heute als Produkte bereits verfügbar sind.

Für die erforderliche Informations- und Kommunikationstechnik existieren Übertragungs- und Zeitsynchronisationstechnologien sowie Kommunikationsprotokolle, die die spezifischen Anforderungen für Echtzeit- und echtzeitnahe Anwendungen erfüllen. Die Entscheidung, ob öffentliche oder private Kommunikationsinfrastrukturen für bestimmte Lösungskonzepte vorzuziehen sind, ist individuell unter Berücksichtigung von technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu treffen. Grundsätzlich ist eine eigene Kommunikationsinfrastruktur dann vorzuziehen, wenn systemkritische Funktionen davon abhängig sind oder öffentliche Kommunikationsnetze die spezifischen Anforderungen nicht erfüllen.

Der zunehmende Anteil an dezentralen, elektrischen Erzeugungsanlagen (DEA) kann im Verteilnetz zur Inselnetzbildung führen. Netzinseln können beispielsweise bei Schalthandlungen oder Schutzauflösungen entstehen. Ein gewollter Inselnetzbetrieb könnte in Betracht kommen, wenn längere Versorgungsunterbrechungen im vorgelagerten Netz vorliegen. Für die Verteilnetze würden die sichere Erkennung und der stabile Betrieb von Inseln zusätzliche Einrichtungen und Aufwendungen bei Schutz- und Automatisierung erfordern. Organisatorische Regelungen wären zu treffen.

Die Einführung des intelligenten Messsystems mit Steuerungsfunktionen für Kundenanlagen stellt eine Ergänzung für das Last- und Einspeisemanagement für Verteilnetze dar. Grundsätzlich ist Steuerungstechnik für Kundenanlagen einzusetzen, die die Mindestanforderungen für den Netzbetrieb in der jeweiligen Spannungsebene erfüllt. Falls die derzeitige Ausprägung des intelligenten Messsystems die Anforderungen im spezifischen Einzelfall nicht erfüllt, muss weiterhin der Einsatz der heute bestehenden und erprobten Fernwirktechnik von der Regulierung anerkannt und möglich sein.

Im Bereich der Informationssicherheit unterscheiden sich die Anforderungen von Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik gegenüber herkömmlichen IT-Umgebungen insbesondere im Bereich des Datenaustauschs. Die eingesetzte Technik stellt in der Regel erhöhte Anforderungen an Verfügbarkeit und Integrität. Diese Anforderungen müssen bereits im Systemdesign, aber auch im Systembetrieb berücksichtigt werden. Grundlage dafür stellen die spezifischen Kommunikationsbeziehungen zwischen Systemen und Komponenten sowie die Art der ausgetauschten Informa-

tionen dar. Auf Basis der Kommunikationsbeziehungen und der auszutauschenden Daten werden Verfahren und Methoden ausgewählt, die entsprechende Anforderungen an die Informationssicherheit erfüllen. Geeignete Verfahren und Methoden für die sichere Kommunikation für Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik in Energieversorgungsnetzen sind in der Normenreihe IEC 62351 beschrieben. Diese Konzepte fügen sich als technische Umsetzungsmaßnahmen in Informationssicherheits-Managementsysteme ein.

Maßnahmen für sichere, stabile und wirtschaftliche Verteilnetze

Die Studie stellt prinzipielle Handlungsempfehlungen zu organisatorischen und regulatorischen Rahmenbedingungen insbesondere aber zu Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik dar. Die Empfehlungen sind stets im Kontext des betrachteten Verteilnetzes individuell zu bewerten.

Regulatorische Empfehlungen

Als Voraussetzung, um Verteilnetze sicher und wirtschaftlich unter **den zukünftigen Rahmenbedingungen** zu betreiben, werden folgende **regulatorische Empfehlungen** gegeben:

- Für die zukunftsichere Umsetzung alternativer Netzausbaukonzepte sind stabile regulatorische Rahmenbedingungen zwingend erforderlich.
- Der Zeitverzug bei Investitionen in Automatisierungstechnik ist abzusuchen.
- Es sind Anreize für die Investition in Schutz- und Automatisierungstechnik anstelle in klassischen Netzausbau zu schaffen und der anfänglich höhere Betriebsaufwand für die neue, innovative Technik muss anerkannt werden.

Organisatorische Empfehlungen

- Die Handlungsfelder und Lösungskonzepte sind systematisch zu identifizieren, zu bewerten und zu priorisieren. Unterstützung bieten die in der Studie aufgestellten Leitsätze zur Umsetzung.
- Nachhaltige Migrationskonzepte sind unter Berücksichtigung des Kosten-/Nutzen-Verhältnisses zu entwickeln und umzusetzen („Alles auf einmal geht nicht“).
- Die Netzleittechnik ist in die systemübergreifenden Unternehmensprozesse unter Beachtung der vorgegebenen Informationssicherheitsstandards einzubinden.
- Die erforderlichen, aggregierten Informationen sind im Rahmen der BDEW-Kaskade bereitzustellen. Den Netzbetreibern sind über die Fahrweise von Einspeisungen, Lasten und Speichern geeignete Informationen (z. B. Fahrpläne) zu übergeben.

- Es ist zu analysieren, ob gemeinsame Infrastrukturen zur wirtschaftlichen, technischen und organisatorischen Optimierung der Netzbetriebe von Verteilnetzbetreibern genutzt werden können z. B. durch mandantenfähige Netzführungssysteme im Querverbund.
- Lösungskonzepte sind auf Abbildbarkeit und Unterstützung durch existierende Standards und Kommunikationsprotokolle zu überprüfen.
- Ein Informationssicherheits-Management-System (ISMS) ist im VNB-Unternehmen entsprechend geltender Rahmenbedingungen bedarfsgerecht umzusetzen.
- Bei steigender Komplexität des Netzbetriebs und der eingesetzten Technik sind entsprechende Ressourcen bereitzustellen und zu qualifizieren.

Empfehlungen zur Schutztechnik

- Die Auswirkungen des Netzausbaus und der dezentralen Erzeugungsanlagen (DEA) auf die Anregezuverlässigkeit der Schutzsysteme ist zu untersuchen und die Funktion des Reserveschutzes unter Beachtung leistungsbegrenzender Effekte dabei sicherzustellen.
- Der verstärkte Einsatz von gerichtetem Schutz im Mittelspannungsnetz, ggf. von Vergleichsschutzkonzepten im 110-kV-Netz, wird empfohlen.
- Das Verhalten des Frequenzschutzes, insbesondere die Auswirkung verteilter leistungsstarker Einspeisung, ist zu untersuchen und geeignete Verfahren zu standardisieren.
- Praxisnahe Modelle für das transiente, dynamische und quasistationäre Verhalten von dezentralen Erzeugungsanlagen und Speichern mit Frequenzumrichtern sind zu entwickeln und zu standardisieren. Die Auswirkungen frequenzumgerichteter Erzeuger auf Kurzschlussberechnungen und Schutzgeräte sind zu ermitteln.
- Die Art der Sternpunktbehandlung in Folge zunehmender Verkabelung in sehr großen Netzen, bzw. alternative Lösungsansätze, sind zu prüfen. Gefahrener Verstimmungsgrad der E-Spulen sowie die Verfahren zur Erdschlusssuche sind ggf. anzupassen.

Empfehlungen zu Netzleittechnik und Automatisierung

- Der vorzusehende wirtschaftlich sinnvolle Automatisierungsgrad ist zu ermitteln und zu beurteilen unter Berücksichtigung der existierenden Randbedingungen der bestehenden Netzinfrastruktur inkl. dezentraler Erzeugungsanlagen.
- Die vorhandene Datenbasis in den Verteilnetzen muss verbessert werden (zusätzliche Messpunkte zur Erfassung von Betriebsmesswerten, Echtzeiterfassung), um die Beobachtbarkeit zu erhöhen und die Netzqualität zu verbessern.

- Die zentrale Netzführung ist durch teilautarke dezentrale Automatisierungseinrichtungen, dort, wo die zentrale Netzsicht nicht erforderlich ist, zu entlasten. Entscheidungen, die die Netzsicht erfordern, verbleiben in der Netzleitstelle.
- Die seitens der Verteilnetze bereitzustellenden Systemdienstleistungen unterstützen durch entsprechende Funktionalität der zentralen und dezentralen teilautarken Automatisierungseinrichtungen die Sicherstellung der Systemstabilität. Dazu gehört auch die Steuerung von systemrelevanten flexiblen Lasten und Erzeugungsanlagen.
- Die Netzleitsysteme sind mit Netzbe-rechnungen und Prognosen auch für die Mittelspannungsnetze mit stark fluktuierender Einspeisung auszurüsten.

Empfehlungen zu Querschnittsthemen

- Der Betrieb von Inselnetzen ist grundsätzlich technisch möglich; er bedingt jedoch einige Voraussetzungen: die Akzeptanz einer vorübergehend abgesenkten Versorgungsqualität und zusätzliche Aufwendungen, die von der vorhandenen Netzstruktur abhängig sind. Empfohlen wird, bedarfsorientiert die notwendigen Voraussetzungen zu untersuchen.
- Es sind weitgehend Systeme und Schnittstellen auf Basis von Kommunikations- und Datenbeschreibungsstandards zu nutzen, um dem Kostendruck (Investition, Betrieb und Service) zu begegnen und die Interoperabilität zu sichern.
- Ein technisch sinnvolles Gesamtkonzept, bestehend aus Automatisierungs- und Netzleittechnik und dem intelligenten Messsystem, ist zu definieren.

Die **Digitalisierung** betrifft alle Bereiche des Netzbetreibers und bedarf zusätzlicher Studien durch Forschung, Verbände und Standardisierung. Insbesondere in den Fachgebieten der Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik sind die **Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnik** verstärkt zu untersuchen.

VDE-Studien geben – entsprechend der Positionierung des VDE als neutraler, technisch-wissenschaftlicher Verband – gemeinsame Erkenntnisse der Mitglieder der Task Force wieder. Die Gemeinschaftsergebnisse werden im konstruktiven Dialog aus häufig unterschiedlichen Positionen erarbeitet. Die Studien spiegeln daher nicht unbedingt die Meinung der durch ihre Mitarbeiter vertretenen Unternehmen und Institutionen wider.

Die Studie ist für persönliche VDE-Mitglieder kostenlos und für Nichtmitglieder zum Preis von 250,- EUR erhältlich. Ein Bezug ist über www.vde.com/etgstudien oder die ETG-Geschäftsstelle möglich.

E: ETG AKTUELL

E1 ETG Vorstandswahl 2016

Sehr geehrte ETG-Mitglieder,

die Vorstandsmitglieder der ETG werden im dreijährigen Turnus von den ETG-Mitgliedern gewählt. In diesem Sommer sind Sie aufgerufen, den neuen ETG-Vorstand für die Amtsperiode 2017 bis 2019 zu wählen.

Durch Veröffentlichung in der etz, Heft 3/2016, Seite 80, im VDE dialog 02/2016, Seite 39 und im Internet haben wir Ihnen die vom Wahlausschuss aufgestellte vorläufige Kandidatenliste für die ETG-Vorstandswahl bekannt gegeben. Dem Wahlausschuss sind daraufhin keine weiteren Kandidaten gemäß den Regularien der Wahlordnung benannt worden. Der o.g. Wahlvorschlag bildet nunmehr die endgültige Kandidatenliste. Nachfolgend stellen wir Ihnen die Kandidaten kurz vor. Kandidaten, die bereits jetzt im Vorstand sind und sich zur Wiederwahl stellen, sind mit ** gekennzeichnet.

Nähere Einzelheiten zu den Kandidaten und deren Zielvorstellungen für die Amtsperiode 2017-2019 können Sie der Kandidatenliste entnehmen.

Gruppe Elektrizitätsversorgung (öffentliche und industrielle)



Dr.-Ing. Andreas Breuer (42)**
Leiter Neue Technologien/
Projekte und Prokurist der RWE
International S.E., Essen



Dr.-Ing. Martin Konermann (54)
Mitglied der Geschäftsführung,
Netze BW GmbH, Stuttgart



Dr.-Ing. Alexander Montebaur (48)
Leiter Geschäftsbereich Netz-
steuerung E.ON SE,
E.ON Deutschland, Essen

Gruppe Industrie



Dipl.-Ing. Sven Behrend (50)
Geschäftsführer (CTO/COO)
SAG Group GmbH, Langen



Dipl.-Ing. Stefan Habild (49)
Prokurist, Geschäftsbereichsleiter
Grid Systems Deutschland,
ABB AG, Mannheim



Dr.-Ing. Michael Schwan (43)
Leiter Network Consulting,
Power Technologies International
Siemens AG, Erlangen



Dr. Dietmar Tourbier (51)
Leiter Abteilung Elektrische
Technologien GE Global
Research Europe, Garching

Gruppe Hochschulen, Behörden, Forschungseinrichtungen, sonstige Einrichtungen



Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel (50)
Technische Universität Braun-
schweig, Institut für Hochspan-
nungstechnik und Elektrische
Energieanlagen - elenia



Prof. Dr.-Ing. Axel Mertens (53)
Institutsleiter und Fachgebiets-
leiter Leistungselektronik,
Leibniz Universität Hannover,
Institut für Antriebssysteme und
Leistungselektronik,
Abteilungsleiter Stromrichter-
technik Fraunhofer IWES, Kassel



Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz (47)
Institutsleiter Energiesysteme,
Energieeffizienz und Energiewirt-
schaft der Technischen Universität
Dortmund

Der ETG-Vorstand besteht aus insgesamt sechs Mitgliedern aus den drei Vertretungsgruppen. Nach der Wahlordnung gelten je Gruppe die beiden Kandidaten mit der größten Stimmenzahl innerhalb ihrer Gruppe als gewählt.

Die Wahl wird als Online-Wahl über das Internet durchgeführt.

- **Die Online-Stimmabgabe ist ab sofort bis 30. August 2016 möglich.**

Wer nicht über einen Internet-Zugang verfügt, kann per **Briefwahl** wählen.

- **Briefwahlunterlagen können ab sofort bis 30. August 2016 unter Angabe der Mitgliedsnummer bei der ETG-Geschäftsstelle angefordert werden. Die Unterlagen werden Anfang September nach Abschluss der Online-Wahl versandt.**
- **Letzter Termin für den Eingang des ausgefüllten Stimmzettels per Brief ist der 20. September 2016.**

Damit Sie jetzt gleich wählen können, sind dieser Mitgliederinformation beigelegt:

- **Persönlicher Wahlbrief**

mit Informationen zum Wahlverfahren, Terminen und Ihren persönlichen Zugangsdaten für die Online-Wahl

- **Kandidatenliste**

mit detaillierten Informationen zum beruflichen Werdegang und Zielvorstellungen der Kandidaten

Wir bitten die ETG-Mitglieder um rege Teilnahme an der Vorstandswahl. Der Vorstand bestimmt die Themen, Aktivitäten und damit die Außenwirkung der ETG. Durch Ihre Beteiligung an der Wahl nehmen Sie direkten Einfluss auf die künftige ETG-Arbeit. Vielen Dank.

Nach der Vorstandswahl durch die ETG-Mitglieder wählen der Wissenschaftliche Beirat der ETG und die neuen Vorstandsmitglieder aus dem sechsköpfigen Vorstand den Vorsitzenden und den stellvertretenden Vorsitzenden der ETG.

Das Wahlergebnis wird den ETG-Mitgliedern durch Veröffentlichung in der ETG-Mitgliederinformation, im VDE dialog, in der etz und im Internet bekannt gegeben.

Prof. Dr.-Ing. Rainer Speh
Siemens Ltd.

Vorsitzender des Wahlausschusses

E2 Aktuelles aus dem FNN Koordinierungskreis Strom/Gas



Klaus Engelbertz,
RWE Netzservice GmbH
Vorsitzender FB V2
Energieübertragung und
-verteilung,
DVGW-VDE-Koordinierungskreis
Strom/Gas

Der Koordinierungskreis Strom/Gas mit Vertretern von DVGW und FNN/ETG hat im sechsten Jahr nach seiner Gründung erneut am 6. April 2016 in Berlin getagt. Im Rahmen dieser turnusmäßigen Frühjahrssitzung standen neben operativen Fragestellungen der Zusammenarbeit beider Verbände zu Konvergenzthemen Informationen über aktuelle Forschungsprojekte und Studien von VDE und DVGW im Mittelpunkt der Erörterung.

Im Zuge der Gesetzesänderungen durch das IT-Sicherheitsgesetz und der daraus resultierenden neuen Anforderungen (Sicherheitskatalog der BNetzA) für den Schutz kritischer Infrastrukturen haben DVGW und FNN einen gemeinsamen Hinweis „Informationssicherheit in der Energieversorgung“ im Februar 2016 veröffentlicht. Dieser Hinweis bietet eine Unterstützung für Netzbetreiber bei der Orientierung in den bestehenden gesetzlichen und normativen Vorgaben und gibt Hinweise zur Implementierung eines Informations-Managementsystems (ISMS) gemäß ISO/IEC 27001. In Absprache mit der Bundesnetzagentur ist ein gemeinsames DVGW-/VDE-Schulungsprogramm für externe Auditoren entwickelt worden. Das Schulungsprogramm ist ausgerichtet für ISMS-Auditoren, um Kenntnis in Energiesysteme und Versorgungsstrukturen zu erlangen. Die erste Schulung wird im Juni 2016 stattfinden. Darüber hinaus haben DVGW und FNN Schulungsprogramme für ISMS-Beauftragte in den Unternehmen entwickelt.

DVGW und VDE begleiten den Prozess der Umsetzung der INSPIRE Richtlinie im Rahmen der Bund-Länder-Verbände Arbeitsgruppe. Die „INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe“ (INSPIRE) ist eine EU-Richtlinie, die für eine gemeinsame und grenzübergreifende Geoinfrastruktur in Europa sorgen soll. Ziel der Arbeitsgruppe ist die Erarbeitung einer gemeinsamen Handlungsempfehlung. Beide Verbände bestehen darauf, dass der Widerspruch zwischen den Anforderungen an den Schutz kritischer Infrastrukturen einerseits und den Interessen zur Umsetzung der INSPIRE Richtlinie auch mit Blick auf die Wahrung von Geschäftsgeheimnissen durch die Behörden geklärt wird.

Der Breitbandkabelausbau sowie aktuelle Entwicklungen im Messwesen bezüglich gemeinsamer technischer Hinweise zur Anbindung von Strom- und Gas-Messeinrichtungen an ein intelligentes Messsystem waren ebenfalls Gegenstand der Erörterung im Koordinierungskreis.

Das Thema spartenübergreifende Bildung wird nach Einschätzung aller Mitglieder des Koordinierungskreises, insbesondere mit Blick auf die Potenziale der Konvergenz von Strom- und Gasnetzen sowie aus den Erfordernissen des demografischen Wandels, an Bedeutung gewinnen. Die Forderung zur Nachhaltigkeit sowie einer starken Ausrichtung an Notwendigkeiten der betrieblichen Praxis sollen in einer der nächsten Sitzungen des Koordinierungskreises mit Bildungsexperten erörtert und konkretisiert werden.

Zentraler Punkt beim Informations- und Meinungsaustausch über die Forschungsaktivitäten von DVGW und VDE war die Erörterung der Projektskizze „Zellulare Multimodale Energienetze“. Basierend auf dem im Jahre 2014 zwischen den Verbänden abgeschlossenen Memorandum of Understanding, in dem zunächst ein stärkerer Informations- und Erfahrungsaustausch über Forschungsaktivitäten vereinbart wurde, ist mit dieser Projektskizze unter Beteiligung von Universitäten und Forschungsinstituten erstmalig die Zusammenarbeit bei einem gemeinsamen Projekt auf den Weg gebracht worden.

DVGW und der VDE unter Beteiligung der Bergischen Universität Wuppertal hatten die Gelegenheit, diese Projektskizze im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie vorzustellen. Sie ist dort auf positive Resonanz gestoßen, wobei auch das gemeinsame Auftreten beider Verbände mit einheitlichen Aussagen zur Weiterentwicklung des Gesamtenergiesystems der Zukunft besondere Beachtung und Zustimmung gefunden hat. Der Koordinierungskreis Strom/Gas ist auch hierdurch ermutigt worden, die Aktivitäten auf dem Gebiet der Konvergenz konsequent weiter zu verfolgen. Es wird die Notwendigkeit unterstrichen, hierbei zunehmend auch die europäische Dimension des Themas zu sehen. Darüber hinaus sind Demonstrations- und Pilotprojekte mit dem Aufzeigen von erzielbarem Nutzen weitere, wichtige Treiber der Entwicklung zu einem effizienten Gesamtenergiesystem.

Im Jahre 2006 hat der VDE im Rahmen einer Task Force eine Analyse erstellt, in der Möglichkeiten, Potenziale, Voraussetzungen und IT-Werkzeuge zur Unterstützung der Spartenintegration im operativen Netzgeschäft untersucht wurden. Ebenso wurden Themen wie Mitarbeiterqualifikation, technisches Sicherheitsmanagement sowie rechtliche Aspekte oder auch Möglichkeiten der Übertragung von Planungsme-

thoden aus der jeweiligen anderen Sparte behandelt. Der Koordinierungskreis hat sich die Aufgabe vorgenommen, die damaligen Erkenntnisse jetzt im Rahmen einer gemeinsamen Arbeit von VDE und DVGW zu aktualisieren und weiterzuentwickeln. Hierzu ist geplant, zunächst im Rahmen einiger Workshops mit interessierten Teilnehmern der Mitgliedsunternehmen beider Verbände Erfahrungen und Erkenntnisse aus der praktischen Arbeit zusammenzutragen und dann – hierauf aufbauend – Perspektiven und Effizienzpotenziale bei einer stärkeren Integration der Sparten auch im Kontext der Aktivitäten zur Gestaltung eines Gesamtenergiesystems aufzuzeigen. In diesem Zusammenhang wird auch die Notwendigkeit gesehen, sich eng mit Aktivitäten des FNN-Lenkungskreises Nieder- und Mittelspannung abzustimmen, um das Thema der Kopplung beider Energienetze auch auf niedriger Spannungs- und Druckebene in der Verbändearbeit zunehmend synchronisiert zu betrachten und voranzubringen.

E3 ETG bringt „Kochbuch“ zum atmenden Stromnetz raus



Melanie Unseld
Pressesprecherin des VDE

Ein „Kochbuch“ für ein atmendes Stromnetz? Ja, Sie haben richtig gelesen. In der jüngsten VDE-Studie stellen Ihnen Experten von ETG und ITG Wege vor, wie die Stromverteilnetze jetzt bedarfsorientiert umgebaut und flexibilisiert werden und zwar anhand eines „Kochbuchs“. Der Anteil der stark fluktuierenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen wächst und je nach Wetterlage und Lastsituation ändern sich die Energieflüsse in den Verteilnetzen. Dies stellt die Verteilnetze vor erhebliche wirtschaftliche wie technische Herausforderungen. Unter „uns Katholen“ muss ich nicht weiter ausführen, dass der Umbau in den Worten unserer Kanzlerin alternativlos ist, soll die Energiewende gelingen, und dass er auch einige automatisierungs- und schutztechnische Hürden in sich birgt.

Wie der Umbau bei laufendem Betrieb gelingen soll und dann auch noch gefälligst günstig, stellten Dr. Heiko Englert und Dr. Heinrich Hoppe-Oehl, die beiden Projektleiter der ETG/ITG Task Force „Schutz- und Automatisierungstechnik in aktiven Verteilnetzen“ und Autoren der gleichnamigen VDE-Studie, zusammen mit ETG-Vorstandsmitglied Prof. Dr. Peter Birkner, Mitte April in



Bild 1: Prof. Dr. Peter Birkner, Dr. Heiko Englert, Dr. Heinrich Hoppe-Oehl



Bild 2: Michael Wanner (de), Stephanie Gust (ZfK), Martin Heinrichs (dw)

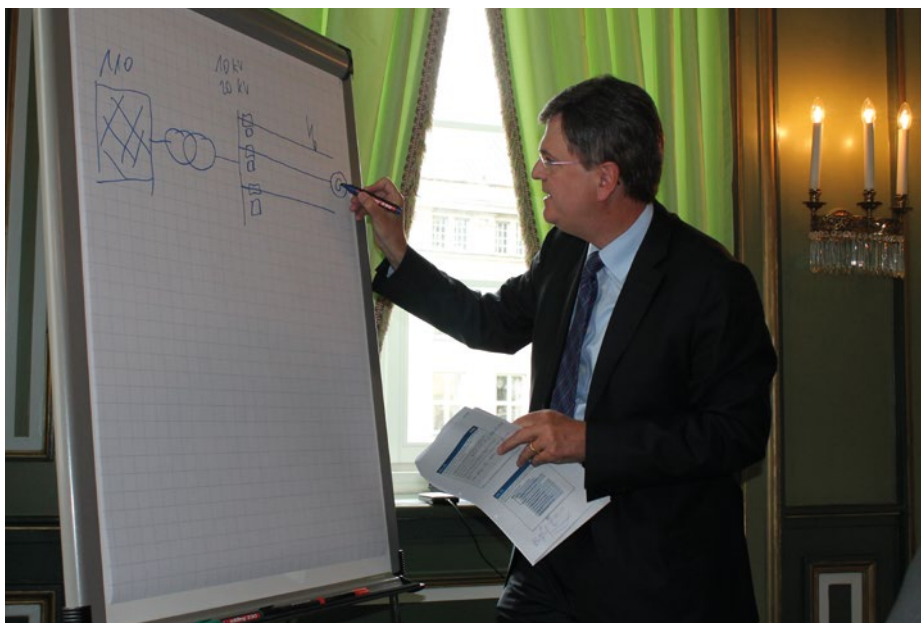


Bild 3: Dr. Heinrich Hoppe-Oehl

München der Presse vor. Am runden Tisch im Hotel Bayerischer Hof erklärten die drei Experten der illustren Gruppe (neben den bekannten Fachmagazinen war unter anderem auch der Bayerische Rundfunk vertreten) mithilfe vieler Zeichnungen den nächsten Schritt in Richtung Energiewende.

Aber jetzt zu den „Aktiven Verteilnetzen“. Sie ermöglichen es, dass Last- und Einspeiseverhalten, Spannung, Blindleistung, Netzschutzparameter und Netztopologie, situativ und automatisch bis in die Niederspannungsebene angepasst und so ein sicherer und stabiler Netzbetrieb auch bei zunehmender dezentraler Einspeisung gewährleistet werden kann. Welche automatisierungs- und schutztechnischen Herausforderungen mit dem Umbau hin zu einem flexiblen, „atmenden Netz“ verbunden sind, zeigt die neue VDE-Studie in einer Art Kochbuch. In der Studie wird Schritt für Schritt die Erarbeitung und Weiterentwicklung von Planungs- und Betriebsgrundsätzen sowie die Bewertung von Lösungskonzepten erklärt. Dabei berücksichtigt das „Kochbuch“ alle Anforderungen an die Informationssicherheit und geht dabei auch auf die steigende Anzahl von Marktteilnehmern, neue Geschäftsmodelle sowie geänderte ordnungspolitische Rahmenbedingungen ein.

Nun möchte die ETG, dass Sie alle die Studie downloaden und selbst lesen, aber ein paar Infos vorab möchte ich Ihnen doch geben. Um den Umbau zu meistern, müssen die klassischen „Einbahnstraßen“-Verteilnetze mit IT-Intelligenz ausgestattet und zu „gegenverkehrsfähigen“ flexiblen Smart Grids umgebaut werden. Dr. Heinrich Hoppe-Oehl zeigte anschaulich mithilfe einer Skizze am Flipchart, wie dies geschehen soll. Denn so einfach ist das nicht. Schließlich handelt es sich bei Stromverteilsnetzen auch um eine sogenannte kritische Infrastruktur¹. Die Studie fokussiert daher auf die zuverlässige, sichere und schnelle Erkennung von Fehlerzuständen wie zum Beispiel zweiseitig gespeiste Fehlerströme und Zwischeneinspeisung oder die zunehmende Verkabelung der Verteilnetze.

Da die für den sicheren und reibungslosen Netzbetrieb notwendige Schutz- und Automatisierungstechnik sowie das aktive Netzmanagement mit einem hohen Investitions- und Betriebsaufwand verbunden sind, forderten die drei Experten regulatorische Anreize, damit sich diese Investitionen für Netzbetreiber rentieren. „Die Anreizregulierung hat immer noch im Kopf, dass der Strom von den Großkraftwerken

kommt“, sagte Prof. Birkner. Dr. Heiko Englert pflichtete ihm bei: „Die Technik ist da, aber es gibt derzeit keine Anreize sie umfassend einzusetzen.“ Ferner plädierten sie dafür, dass die Verantwortung für die Bewertung, Auswahl und Umsetzung des jeweiligen Schutz- und Automatisierungskonzepts grundsätzlich beim Netzbetreiber liegen müsse.

Auf eine kurze allgemeine Formel gebracht lautet die Zielvorgabe: „mehr dezentrale Automatisierung – zudem Netzleittech-

nik mit neuen übergreifenden Funktionen; nicht weniger lokale Schutztechnik – mehr übergreifende Schutzfunktionen. Die klassische Abdeckung muss sich in Richtung Niederspannung ausbreiten. Und weiter forschen an den Einsatzmöglichkeiten moderner Informations- und Kommunikationstechnik im Bereich der Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik.“ Das „Kochbuch“ richtet sich gezielt an Netzbetreiber und Hersteller, aber auch an Politik und Regulierungsbehörden.

E4 ETG in Politik, Medien und Fachöffentlichkeit 2015

Im Rahmen der Veröffentlichung von VDE/ETG-Studien will die ETG wichtige energietechnische Informationsquelle für Politik und Gesellschaft in Deutschland und Europa sein und die Meinungsbildung auf ihrem Fachgebiet treiben.

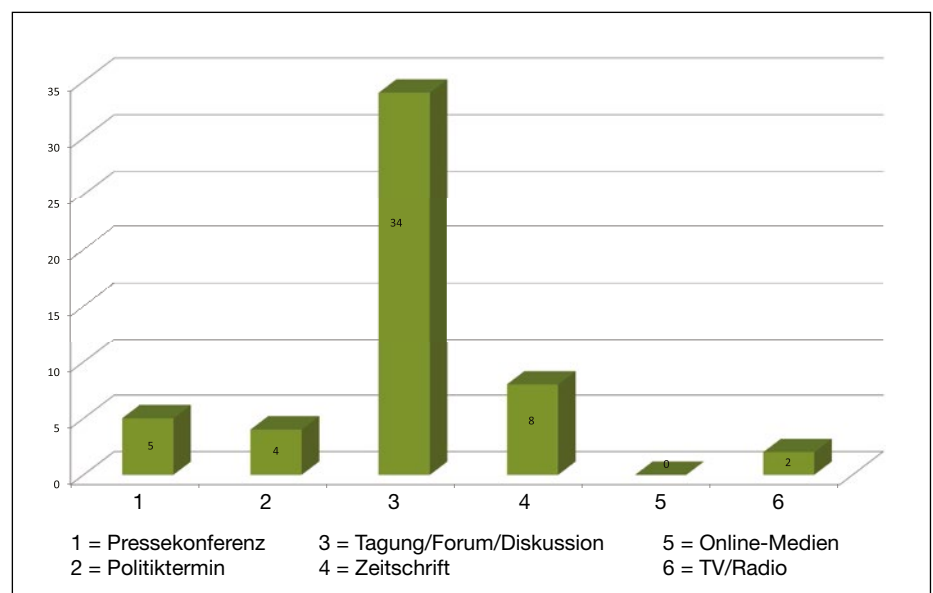


Bild 1: Aktivitäten der ETG in Politik, Medien und Fachöffentlichkeit 2015 – Anlass/Medien

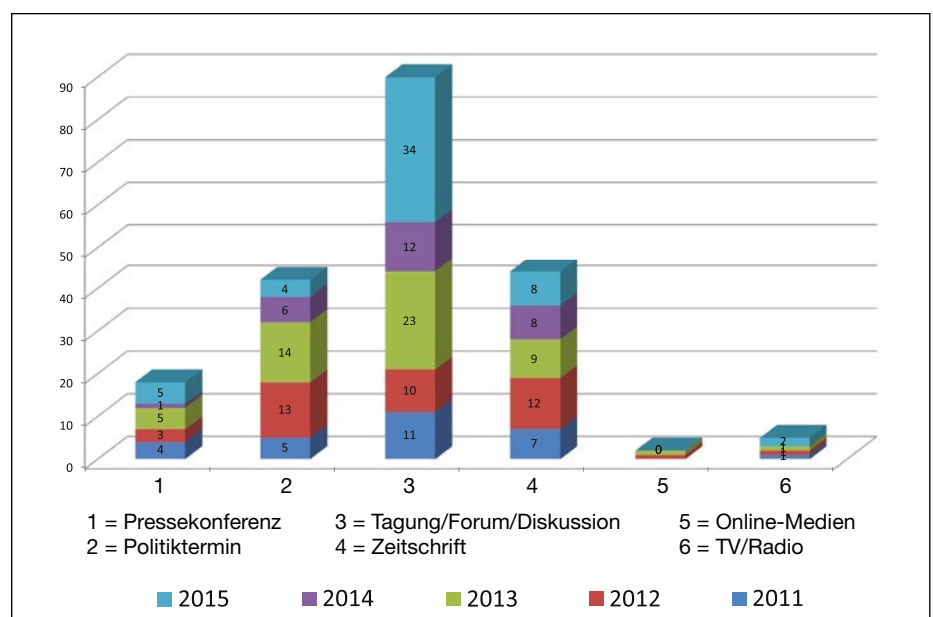


Bild 2: Aktivitäten der ETG in Politik, Medien und Fachöffentlichkeit 2011-2015 – Anlass/Medien und Anzahl der Auftritte im Jahresvergleich

¹ Kritische Infrastrukturen (KRITIS) sind Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden. (Quelle: Bundesministerium des Innern: Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie))

Mit der Statistik „ETG in Politik, Medien und Fachöffentlichkeit“ werden die ETG-Mitglieder über diese Aktivität informiert. In der Statistik werden die ETG-Aktivitäten tabellarisch nach folgenden Kriterien sortiert:

Anlass/Medium:

- Pressekonferenz, Pressegespräch
- Politiktermin
- Tagung, Forum, Diskussionsveranstaltung etc.
- Zeitschrift
- Online-Medium
- TV, Radio

Beitragsform:

- Präsentation
- Vortrag
- Teilnahme an Podiumsdiskussion
- Fachgespräch
- Schriftlicher Beitrag
- Interview

Die Aktivitäten sind chronologisch aufgelistet und jeweils nach Jahren geordnet.

In *Bild 1* (Seite 20) sind die ETG-Aktivitäten des Jahres 2015 zusammengefasst. In *Bild 2* (Seite 20) werden die Jahre 2011-2015 nebeneinander dargestellt. Der Vergleich der Jahre 2014-2015 zeigt einen Anstieg der ETG-Aktivitäten in der Öffentlichkeit.

Hinweis:

Die Statistik erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da der ETG-Geschäftsstelle nicht immer alle Auftritte im Namen der ETG bekannt sind. Auch vermittelt die ETG-Geschäftsstelle oft Aktivitäten, die dann – ohne weiteres Einschalten der ETG – direkt zwischen Referent und anfragender Institution abgewickelt werden.

Dr. Thomas Benz
Geschäftsführer ETG

E5 Vorschau ETG-Veranstaltungen

E5.1 10. Fachtagung „Arbeiten unter Spannung (AuS)“ 13.-14. September 2016, Dresden



Dipl.-Ing. Hans-Peter Pampel,
Technische Universität Dresden,
Institut für Elektrische Energie-
versorgung und Hochspan-
nungstechnik,
Mitglied im ETG FA V2.2
„Arbeiten unter Spannung“
Wissenschaftlicher Tagungsleiter

Die Jubiläumsveranstaltung wird in bewährter Weise aktuelle und zukunftsweisende Informationen zum Arbeiten unter Spannung in Fachvorträgen, einer parallelen Fachausstellung und AuS-Vorführungen aufzeigen.

Die Schwerpunkte der Fachtagung sind

- Vorschriften und Normen für das AuS
- Verantwortung und Qualitätssicherung beim AuS
- Thermische Gefährdung durch Störlichtbögen
- neue Ausrüstungen und Technologien für das AuS in Nieder- und Mittelspannungsanlagen
- AuS an Gleichspannungsanlagen
- Erfahrungen aus der AuS-Praxis

Zielgruppe

- Führungskräfte, Sicherheitsfachkräfte, Anlagenbetreiber, Anlagenverantwortliche und anweisende Elektrofachkräfte von Stromnetzbetreibern, Industrie- und

Elektrofachbetrieben, die das AuS bereits praktizieren, als Dienstleistung anbieten oder in Zukunft nutzen wollen

- AuS-Ausbilder
- Hersteller von AuS-Ausrüstungen
- Mitarbeiter in Prüflaboren

Anmeldung und weitere Informationen:
www.vde.com/10_02

EINLADUNG UND PROGRAMM

ARBEITEN
UNTER
SPANNUNG
(AuS)

10. Fachtagung

ETG Fachausschuss V2.2
Arbeiten unter Spannung

13. und 14. September 2016 Dresden,
Technische Universität
Chemiegebäude, Bergstraße 66

VDE-FACHTAGUNG
HOCHSPANNUNGSTECHNIK 2016
14.-16. NOVEMBER 2016 – DBB FORUM BERLIN

E5.2 VDE-Fachtagung Hochspannungstechnik 2016 14.-16. November 2016, DBB Forum Berlin



Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen,
Universität Stuttgart, Leiter
Institut für Energieübertragung,
Leiter ETG FB Q2 Werkstoffe,
Isoliertechnik und Diagnostik,
Wissenschaftlicher Tagungsleiter

Der Call for Papers (ETG-Mitgliederinformation 1-2016, S. 28) hat eine großes Interesse hervorgerufen und die erfreuliche Anzahl von über 140 Beitragsanmeldungen erbracht. Daraus erstellte der Programm-ausschuss ein attraktives Tagungsprogramm mit den **Themenschwerpunkten**

- DC-Isolation, DC-Leitungen
- Energiekabel: Systemverhalten, Werkstoffe, Prüfung
- Generatoren
- Isolationskoordination und EMV

- Isolierstoffsysteme
- Prüfen und Messen
- Schalter und Schaltanlagen: Diagnoseverfahren, Asset Management
- Teilentladungsdiagnostik
- Transformatoren: Betrieb, Werkstoffe, Diagnoseverfahren, DC-Beanspruchung
- Wandler und Ableiter

Die Beiträge wurden zu 21 Themenblöcken zusammengefasst, die in drei parallelen Vortragsreihen sowie der Postersession präsentiert werden.

Nach dem Kennenlernen am ersten Abend startet das Vortragsprogramm mit den **Plenarvorträgen**

- **Leistungsschalter zur Kurzschlussstromunterbrechung in HGÜ-Netzen**
Christian Franck (ETH Zurich, Switzerland)
- **Aktueller Stand der TE-Messungen an Transformatoren**
Jitka Fuhr (AF Engineers + Consultants GmbH, Switzerland)
- **Extrudierte VPE DC Erdkabeltechnologie sowie Erfahrungen bis 525kV – ein wichtiger Baustein für die deutsche Energiewende**
Sebastian Ebert (ABB AG, Germany)

Danach findet die **Postersession** statt, ein Highlight der Veranstaltung. Nach den positiven Erfahrungen bei den Diagnostik-Fachtagungen wird es auch dieses Mal **geführte Postertouren** zu den Hauptthemen der Fachtagung geben.

Der weitere Erfahrungsaustausch erfolgt in den Fachvorträgen und in der Abendveranstaltung am 15. November.

Zielgruppe

Die Fachtagung wendet sich an Hersteller und Betreiber von Komponenten der elektrischen Energieversorgungsnetze sowie an Mitarbeiter von Hochschulen, Prüf- und Forschungsinstituten.

Programm und Anmeldung:
www.vde-hochspannungstechnik.de

E5.3 IZBE/VDE Symposium Elektrische Fahrzeugantriebe und -ausrüstungen 8.-9. Dezember, Dresden

Seit zehn Jahren gibt es nun die Fachtagung „Elektrische Fahrzeugantriebe und -ausrüstungen“.

Unter dem Motto „Die Rolle der Eisenbahn in der Energiewende“ soll eine Brücke von modernen Fahrzeugarchitekturen über energiesparende Betriebskonzepte bis hin zu Anforderungen an die Bahnenenergieversorgung der Zukunft geschlagen werden. Die Antriebe sind ein wesentlicher Bestandteil dieses Systems.

Die Tagung in Dresden vom 8. bis 9. Dezember 2016 soll ein Podium zu aktuellen Entwicklungen sein und die neuen Herausforderungen und Chancen für das elektrische Bahnsystem aufzeigen:

- Zunehmende Vernetzung von Informationen zur Optimierung des Betriebes
- Zunehmende Bedeutung von Leistungsspitzen auch aufgrund integrierter Taktfahrpläne und schwindender Dämpfung der Masseträgheiten in der Energieversorgung

- Zunehmende Interaktion von Fahrzeugen und Netz durch den Einsatz überschwingungserzeugender Stromrichter auf beiden Seiten und deren aktivem Verhalten, einhergehend mit einem Resonanzrisiko.

Eine Podiumsdiskussion unter dem Motto **Wie kommt Innovation zum Zuge?** ist ebenfalls Bestandteil des vorgesehenen Programms.

Die Fachtagung „Elektrische Fahrzeugantriebe und ausrüstungen“ bietet Ihnen die Möglichkeit, Wissen und Erfahrungen auszutauschen und richtet sich an:

- Hersteller von Bahnfahrzeugen und elektrischen Ausrüstungen
- Bahnbetreiber, Verkehrsbetriebe und Werkstätten
- Systemspezialisten der Eisenbahninfrastruktur
- Aufgabenträger und Aufsichtsbehörden
- Fachleute aus Normungsgremien und Verbänden

www.izbe.eu



Call for Papers / Vorankündigung

IZBE / VDE-Symposium

Elektrische Fahrzeugantriebe und -ausrüstungen

Dresden, 8. und 9. Dezember 2016



Foto: Deutsche Bahn AG / Bartłomiej Banaszak

E6 Rückblick ETG-Veranstaltungen

E6.1 Innovative Klein- und Mikroantriebstechnik 14.-15. September 2015, Köln



Prof. Dr.-Ing. Gerhard Huth,
TU Kaiserslautern, Lehrstuhl für
Mechatronik und Elektrische
Antriebssysteme,
Mitglied im FB A1 „Elektrische
Maschinen und Antriebe,
Mechatronik“ der ETG,
Wissenschaftlicher Tagungsleiter

Die Fachtagung IKMT 2015 in Köln (14.-15. September) bot Anlass zum Feiern, fand doch die von ETG und GMM gemeinsam ausgerichtete Fachtagung bereits zum 10. Mal statt. Im Mittelpunkt der Fachtagung standen innovative elektrische, elektronische und mechatronische Komponenten und neue Werkzeuge für den Entwurf und die Simulation des Zusammenwirkens im mechatronischen System. Dieser Beitrag bietet einen Themenüberblick der Fachtagung und soll Interesse für einen Blick in den Tagungsband [1] wecken, der auch in den IEEE Xplore aufgenommen wurde.

Direktantriebe

Antriebe für handgeführte Elektrowerkzeuge müssen neben einer hohen Leistungsdichte wegen der Batteriespeisung auch über eine möglichst hohe Energieeffizienz verfügen. Von der *TU Ilmenau* wird ein PM Synchronantrieb in Zahnpulentechnik mit im Läuferaktivteil integrierten SE-Magneten vorgestellt, der diese Anforderungen erfüllt. Der axial an den Zahnpulenteilen angebaute Umrichter (*Bild 1*) führt zu einer kompakten Antriebseinheit, die hohe Anforderungen an die thermische Gesamtauslegung stellt.

Hochpolige PM Synchronmotoren kleiner Baugröße lassen sich zum Beispiel mit niederpoligen Ganzlochwicklungen realisieren, wenn statt des Wicklungsgrundfeldes ein Wicklungsoberfeld als Arbeitsfeld verwendet wird. Aufgrund des Wicklungs-

faktors bietet sich hierfür eine Nutharmonische an. Von *Fa. Lenze* wurde nach diesem Grundprinzip ein 22-poliger „PM Vernier Motor“ als Außenläufer-Direktantrieb für ein Fördersystem entwickelt.

Für zum Beispiel Turbo-Kompressoren oder High-Speed Fahrtriebe werden passende Inverter hoher Speise- und Schaltfrequenz benötigt. Vom *Fraunhofer IISB (Erlangen)* werden für diese Applikationen Inverter in SIC-Technik hinsichtlich Schaltungstechnik, Effizienz, Leistungsdichte und Schaltfrequenz untersucht und am Beispiel eines ausgeführten 60kW SIC-Inverters diskutiert.

Im Automotivebereich werden zugeschnittene Antriebslösungen benötigt, die neben einem kompakten und oft flachen Design eine hohe Leistungsdichte aufweisen müssen und zudem sensibel sind bezüglich der Drehmomentwelligkeit. Für diesen Applikationsbereich hat *Fa. MMT* ein Schrittmotorkonzept weiterentwickelt, das über eine einseitige Spulenanordnung verfügt und sich so besser integrieren lässt (*Bild 2*). Das weiterentwickelte Motorkonzept wird detailliert hinsichtlich der Drehmomentwelligkeit untersucht.

Entwurf und Simulation von Antriebskomponenten

Bei direkt in den Prozess integrierten Motoraktivteilen, die hauptsächlich im Teillastbereich betrieben werden und bei denen Rastmomente absolut störend sind, kann ein eisenloser PM Synchronmotor eine geeignete Lösung sein. Es werden 3 Konzepte für eisenlose PM Synchronmotoren vorgestellt, die sich konstruktiv in der Komplexität der Luftspulenwicklung unterscheiden. In Form von Parameterstudien wird das stationäre Betriebsverhalten optimiert, das anhand von Funktionsmustern (*Bild 3*) im Vergleich von Messung und Simulation diskutiert wird.

Die Vorausberechnung der Eisenverluste ist auch weiterhin ein interessantes Forschungsgebiet. Von *Schneider Electric* wird ein erweiterter Modellansatz für die Grundfeld-Eisenverluste in PM Servomotoren vorgestellt, dessen Modellparame-

ter anhand von Messstudien bestimmt werden. Von der *RWTH Aachen* wird der Stanzkanteneinfluss auf die magnetischen Eigenschaften von Elektroblech untersucht. Der gewählte kristallographische Modellansatz führt zur Verbesserung von Feld- und Verlustberechnung.

Kleine permanentmagneterregte DC Motoren kommen in hohen Stückzahlen im KFZ-Bereich, zum Beispiel bei der Sitzverstellung oder beim Fensterheber, zum Einsatz. *Fa. Brose* beschreibt in einem Beitrag die transiente Simulation von DC Motoren zur Ermittlung der Bürsten-Stromdichteverteilung über den Kommutierungsverlauf mit dem Ziel der Lebensdauersteigerung. Die Verschleißmechanismen der Kommutierungseinrichtung werden beschrieben, Möglichkeiten der Weiterentwicklung dargestellt und die erreichten Verbesserungen anhand von Messungen belegt.

Innovative Applikationen

Bei minimal invasiven Operationen kommen Manipulatoren zum Einsatz, mit deren Hilfe im Bauchraum operiert werden kann. Von der *TU Darmstadt* werden Struktur und Design eines neuentwickelten Manipulators vorgestellt, der über 12 Freiheitsgrade verfügt. Die Antriebseinheit des Manipulators verfügt entsprechend über 12 bürstenlose DC Motoren, deren Bemessung beschrieben wird.

Für die Weiterentwicklung von Endoskopen hat die *Leibniz Universität Hannover* einen elektromagnetischen Kippaktor entwickelt, auf dessen Basis ein flexibles Endoskop realisiert werden kann. Das Konzept des Kippaktors wird vorgestellt und für dessen Speisung werden zwei Schaltungsvarianten zur Auswahl gestellt, deren Leistungsfähigkeit untersucht wird.

Die Abdichtung des geförderten Mediums zur Umwelt ist bei Pumpen ein zentrales Problem. Ein an der *RWTH Aachen* entwickeltes Konzept auf der Basis der Drehkolbenpumpe umgeht dieses Problem, indem der Antrieb über ein dichtungsfreies magnetisches Getriebe realisiert wird (*Bild 4 Seite 24*). Modellierung und Designprozess werden in Form von Parameterstudien vorgestellt.



Bild 1: Zahnpulenteile mit angebautem Umrichter

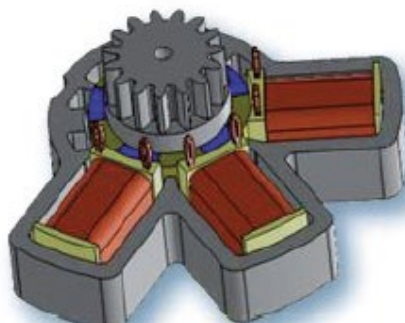


Bild 2: Konzept eines 3-strängigen Schrittmotors für Automotive-Applikationen



Bild 3: Ständer eines Versuchsträgers mit Luftspulenwicklung

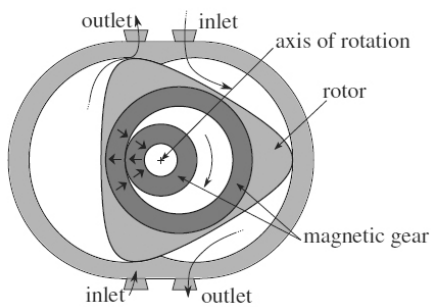


Bild 4: Pumpe nach dem Drehkolbenprinzip mit magnetischem Getriebe

Von der *TU Darmstadt* wird ein neuartiges Konzept für lagerlose High-Speed PM Synchronmotoren vorgestellt, das im Ständer mit zwei Drehfeldwicklungen ausgeführt ist. Die spezielle Wicklungstopologie ermöglicht die Generierung von Drehmoment und radialer Tragkraft. Neben Motor- und Regelungskonzept wird auch die Erprobung eines Funktionsmusters im Vergleich zur Simulation behandelt.

Ein neuartiges Mehrkoordinaten-Positioniersystem in Magnetschwebetechnik wird von der *FH Mittelhessen (Friedberg)* beschrieben. Neben dem Design und der Regelung des über 6 Freiheitsgrade verfügenden Positioniersystems werden die experimentellen Ergebnisse eines ersten Prototyps diskutiert.

Piezelektrische Antriebe

Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der piezelektrischen Antriebe werden von der *TU Darmstadt* vorgestellt: Wird ein Array aus Carbonfasern von einem Piezo-Stack aktiviert, so kann über die Strukturreibung der Carbonfasern eine Mikrobewegung erzielt werden. Die analytische Modellierung dieses kombinierten Aktuators und die Berechnung des Stellverhaltens werden detailliert dargestellt. Piezelektrische Stick-Slip Aktuatoren kommen zum Beispiel bei der Mikro-Positionierung zum Einsatz. Es wird untersucht, in welcher Weise die Aktivierungs-Zeitfunktion das Betriebsverhalten des Stick-Slip Aktuators beeinflusst. Hierzu werden unterschiedliche Aktivierungs-Zeitfunktionen theoretisch und experimentell untersucht.

Prüf- und Messtechnik

Gestiegene Anforderungen an lineare und rotierende Positionierantriebe führen zu entsprechend höheren Anforderungen an die Lage-Sensorik. *Fa. Sensitec* zeigt in einem Beitrag, dass magnetoresistive Sensoren diese Anforderungen erfüllen können. Es werden die Technologien für magnetoresistive Sensoren (Bild 5) aufgezeigt und auf dieser Basis eine Vielzahl von Applikationen behandelt.

Die angestrebte Symmetrie der Motorwicklung ist von großer Bedeutung und

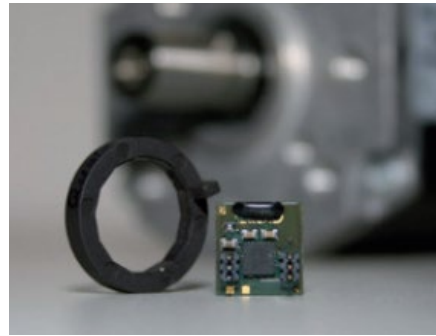


Bild 5: Encoder Kit, 32-poliger Magnetring mit Elektronikmodul

mögliche Abweichungen sollten bereits beim Produktionsvorgang erkannt werden. Von der *Universität des Saarlandes* wird am Beispiel der Luftspaltwicklung ein Messverfahren vorgestellt, das eine produktionsbegleitende Kontrolle der Wicklungssymmetrie ermöglicht. Neben der schaltungstechnischen Realisierung wird auch der praktische Einsatz des Messverfahrens behandelt.

Bei der Produktion elektromagnetischer Aktoren, hierzu gehören zum Beispiel Relais, Ventile und Bremsen, ist eine zerstörungsfreie Prüfung parallel zur laufenden Produktion möglich, wenn die Sensorfunktion des gefertigten Aktors genutzt wird. *Fa. Kendrion* verwendet dieses Prinzip und zeigt, wie die gewonnenen Sensorsignale zur Fehlerdiagnose genutzt werden können. An ausgewählten Fehlerfällen wird die Wirksamkeit des Verfahrens eindrucksvoll erläutert.

Antriebssteuerung und -regelung

Die für den feldorientierten Betrieb von PM Synchronmotoren erforderliche Rotorlage kann auch sensorlos erfasst werden. Von der *Universität des Saarlandes* wird hierfür ein neuartiges Verfahren vorgestellt, bei dem die Rotorlage aus der synchron zu den PWM-Signalen gemessenen Sternpunktspannung abgeleitet wird. Vorgestellt werden neben der Theorie des neuen Verfahrens auch die praktische Erprobung im Vergleich zur messtechnischen Erfassung der Rotorlage. Für die Analyse von Regelkonzepten für Klein- und Mikroantriebe, speziell für bürstenlose Motoren, wird ferner ein Motion Control Messsystem vorge-

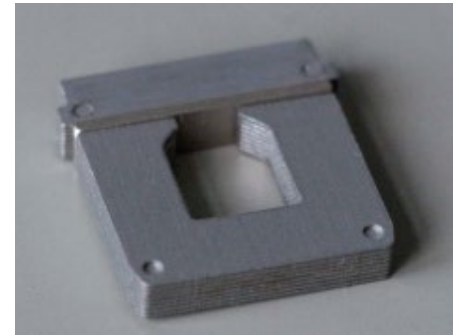


Bild 6: Ständerjoch einer Transversalflossmaschine

stellt, das sich durch eine einfache Bedienweise auszeichnet.

Am Beispiel von Antrieben mit permanentmagneterregten DC Motoren wird von der *TH Nürnberg* eine modellbasierte prädiktive Regelung vorgestellt. Neben der Modellierung und Simulation von Sollwert- und Lastsprüngen werden die Eigenschaften der modellbasierten prädiktiven Regelung experimentell untermauert.

Zur Reduzierung der Drehmomentwelligkeit von PM Transversalflossmaschinen (Bild 6) wird in einem Beitrag von der *Universität Magdeburg* eine Vorsteuerung in Form einer Stromsollwert-Aufschaltung vorgeschlagen. Die Entstehung der Drehmomentwelligkeit, die Regelungsstrategie und die experimentelle Erprobung der vorgeschlagenen Regelungsstrategie werden vorgestellt.

Ein Beitrag von *Fa. Bosch/TU Ilmenau* behandelt die Reduzierung der Zahneingriffsgeräusche von Getrieben in Antriebssträngen mit EC Motoren. Neben der Modellierung des Antriebsstranges werden die Regelungsstruktur sowie die Ergebnisse von Simulation und experimenteller Erprobung beschrieben.

Zur Verbesserung der Regeleigenschaften von KFZ-Kleinantrieben mit DC Motoren wird von der *FH Hannover* die Nutzung nichtlinearer Regelungsmethoden vorgeschlagen. Zwei Ansätze, die auf einer automatischen Identifikation des nichtlinearen Modells basieren, werden beschrieben und mittels einer Rapid-Prototyping-Hardware in Echtzeit erprobt. Von der *FH Hannover*

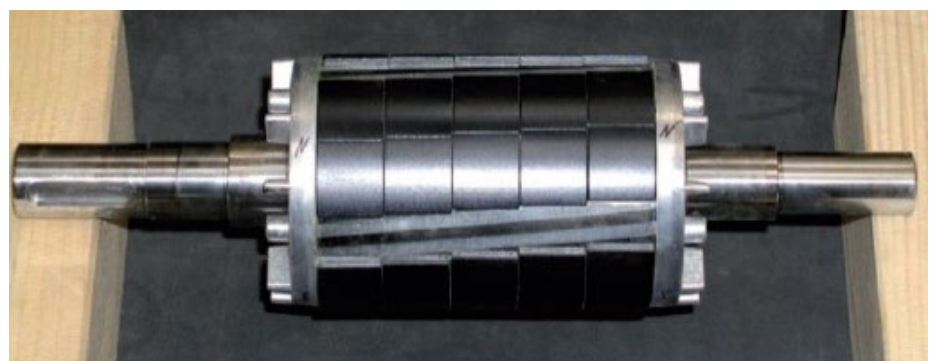


Bild 7: PM Line-Start Läufer mit Oberflächenmagneten (noch ohne Bandage)

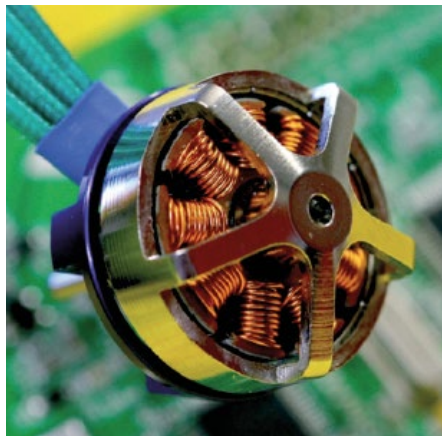


Bild 8: 12-poliger PM Synchronmotor in Zahnspulentechnik mit Außenläufer

wird ferner eine Methodik zur experimentellen Identifikation der Dynamik serieller Roboter vorgestellt. Ziel ist es hierbei, alle Modellparameter robust zu identifizieren. Die Ergebnisse der Parameteridentifikation liefern die Drehmomentgrößen zur Vorsteuerung der Roboterantriebe.

Entwurf und Simulation von Synchronmaschinen und Antriebssystemen

Bei kleinen Baugrößen ist es prinzipbedingt nicht möglich, Line-Start Motoren der Energieeffizienzklasse IE4 in bewährter Asynchrontechnik auszuführen. Von der *TU Kaiserslautern* wird untersucht, wie diese Produktlücke mit PM Line-Start Motoren geschlossen werden kann. In enger Komponentenkopplung zu bestehenden Käfigläufermotoren geringerer Energieeffizienzklasse wird der Käfigläufer hierzu um gegenfeldstabile Seltenerde-Magnete an der Läuferoberfläche erweitert (Bild 7 Seite 24). Neben dem Design der PM Line-Start Motoren wird durch Auslegungsstudien im Baugrößenbereich AH63-90 gezeigt, wie die IE4-Produktlücke geschlossen werden kann.

Für ein Elektro-Trike wurde von der *TU Ilmenau* der Fahrtrieb entwickelt. Es handelt sich um einen PM Synchronmotor in Zahnspulentechnik, der über einen Pulswechselrichter aus einer 50 V Batterie gespeist wird. Das Design des Antriebsstrangs und die Erprobung des Fahrtriebs auf dem Versuchsstand werden dargestellt.

Der Einfluss von Spannungsüberschwingungen und Rastmomenten auf den Gleichlauf von Servoantrieben mit PM Synchronmotoren wird von der *FH Hannover* untersucht. Am Beispiel einer Servoachse wird das Betriebsverhalten in d-q-Koordinaten beschrieben und der störende Einfluss von Rastmomenten bzw. Spannungsüberschwingungen wird in Form von Parameterstudien simuliert.

Die mögliche Ablösung von kleineren Käfigläufermotoren (Baugröße ≤ 90) bei umrichter gespeisten Antrieben durch Synchron-Reluktanzmotoren wird von der *FH*

Düsseldorf untersucht. Ausgehend von zwei 4-poligen Käfigläufermotoren unterschiedlicher Baugröße wird der numerische Entwurf für den jeweils alternativen Synchron-Reluktanzmotor detailliert beschrieben. In Abhängigkeit des mechanischen Luftspaltes werden die stationären Betriebsgrößen der alternativen Motorkonzepte verglichen.

Ein weiterer Beitrag der *FH Düsseldorf* beschäftigt sich mit der Verbesserung des Betriebsverhaltens kleiner Käfigläufermotoren durch eine optimale Wahl der gegenseitigen Schrägung zwischen Ständer und Läufer sowie durch die Wahl einer harmonisch verteilten Wicklung. Da der untere Leistungsbereich betrachtet wird, werden neben dem 3-phasigen Betrieb auch die Dreieck-Steinmetzschaltung und die 2-strängige Ausführung mit Kondensator-Hilfsphase betrachtet. Die theoretischen Überlegungen werden durch Messungen an einem Funktionsmuster, für das Läufer unterschiedlicher Schrägung zur Verfügung stehen, bestätigt.

Für den feldorientierten Betrieb kleiner PM Synchronmotoren (Bild 8) wird von der *Universität des Saarlandes* das „Direct Flux Control“-Verfahren genutzt, für das kein Rotorlagesensor benötigt wird. Die Erfassung der Rotorlage erfolgt über die rotorlageabhängigen Stranginduktivitäten. Die Möglichkeiten hierzu werden anhand von Simulationen und Messungen diskutiert.

Resümee

Auch die 10. Fachtagung vermittelte den rund 100 Tagungsteilnehmern wieder einen guten Überblick über aktuelle Vorfeldthemen und Produktentwicklungen auf dem Gebiet der Klein- und Mikroantriebstechnik. Die alle 2 Jahre stattfindende Fachtagung bot ein wichtiges Podium zum Meinungsaustausch zwischen Herstellern, Anwendern und Hochschulen.

Literatur

- [1] VDE [Hrsg.]: Innovative Klein- und Mikroantriebstechnik – ETG/GMM Fachtagung am 14. und 15. September 2015 in Köln, ETG-Fachbericht Nr. 146, VDE Verlag GmbH · Berlin · Offenbach, 2015

E6.2 ETG Congress 2015 „Die Energiewende“ 17.-18. November 2015, Bonn Expert Forum 1 – System Aspects



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser,
RWTH Aachen, Institut für
Elektrische Anlagen und
Energiewirtschaft,
Mitglied des ETG-Vorstands

Die Energiewende, d.h. die Integration von Erzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien bis hin zu einem Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Stromproduktion von über 80%, verlangt einen Paradigmenwechsel bei Design und Betrieb des Stromsystems, aber auch ein grundsätzlich neues Systemverständnis. Verteilernetzbetreiber werden zukünftig mehr als nur Netzanschlüsse für Verbraucher bereitstellen, sondern zu Integratoren von dezentralen Einspeisungen, flexiblen Verbrauchern und dezentralen Speichern werden. Übertragungsnetzbetreiber müssen neue Quellen für die Bereitstellung der von ihnen benötigten Systemdienstleistungen erschließen; hier können Aggregatoren als Schnittstelle zwischen dezentral verfügbaren Flexibilität und Übertragungsnetzbetreibern fungieren. Dezentrale Flexibilitätsmärkte können Verteilernetzbetreibern Instrumente für die Betriebsführung ihrer Verteilernetze bereitstellen, aber auch den Aggregatoren offen stehen. Gleichzeitig gilt es, die dezentralen Erzeugungsanlagen, Speicher und flexiblen Verbraucher in die Großhandelsmärkte zu integrieren. Klassische Kraftwerks- und Vertriebsportfolien werden hier eine zunehmend geringere Bedeutung haben. Während das Stromsystem dezentraler wird, wird die Kopplung mit den verschiedenen Energiesystemen stärker werden, weil zum einen über das Stromsystem mit seinem hohen Anteil erneuerbarer Energien auch andere Energiesparten wie die Gas-, Wärme-, oder Mobilitätssparte dekarbonisiert, zum anderen durch die Kopplung dem Stromsystem weitere Flexibilität für die Integration von Erneuerbare-Energien-Anlagen erschlossen werden können. Das erste Expertenforum des Internationalen ETG-Kongresses hat sich diesen Systemaspekten gewidmet und den Versuch unternommen, der Komplexität und Vielfalt dieser Fragen gerecht zu werden.

Dr. Joachim Schneider, Mitglied des Vorstands der RWE Deutschland AG, leitete das Expertenforum mit seiner Ansprache unter dem Titel „DSO 2.0 – A Result of Structural Changes in the Energy System“ ein. Er wies darauf hin, dass der signifikante Anstieg sowohl in der Anzahl als auch in der installierten Leistung von

Erneuerbare-Energien-Anlagen mit ihrer fluktuierenden Einspeisung zu neuen Herausforderungen für Verteilernetzbetreiber, wie beispielsweise Netzausbau und Erzeugungsmanagement, führt. Für die Zukunft sehe er zusätzliche Herausforderungen, wie die Integration von Smart-Home-Systemen, Speichern und Elektromobilität, auf die Verteilernetzbetreiber zukommen. Hierzu untersuche RWE in zahlreichen Pilot- und Demonstrationsprojekten verschiedene Lösungsansätze, bei denen der Informations- und Kommunikationstechnik eine zentrale Bedeutung zukomme. Es sei heute schon absehbar, dass als Folge die Komplexität bei Betrieb und Planung der Verteilernetze zunehmen, den Verteilernetzen aber auch neue Verantwortlichkeiten für das Gesamtsystem zufallen werden. Die neuen Rollen der Verteilernetzbetreiber werden aktuell intensiv diskutiert. Die Verteilernetzbetreiber sind bereit, die Energiewende durch Innovation und Investitionen zu unterstützen, Politik und Regulierung müssten nur den Rahmen hierfür bereitstellen.

Prof. Dr. Gerald Linke, Vorstandsvorsitzender des DVGW e.V., sah in seiner Präsentation „„Convergence of Power and Gas Systems – The next Step“ in der Power-to-Gas-Technologie eine Brücke, die die Stärken des Strom- und Erdgassystems in idealer Weise verbindet. Die Power-to-Gas-Technologie sei eine Schlüsseltechnologie zur Integration erneuerbarer Energien, wenn auch noch technische und ökonomische Herausforderungen zu bewältigen seien. Neben der Speiche-

rung von Energie kann eine Entlastung der Stromnetze ein weiterer Vorteil dieser Technologie sein. Leider würden die Geschäftsmodelle für Power-to-Gas-Anwendungen bisher nur isoliert betrachtet. Gesamtsystemische Sichtweisen seien erforderlich, die der DVGW in verschiedenen Forschungsprojekten berücksichtigt. Prof. Linke war sich sicher, dass das Energiesystem der Zukunft aus Elektrizität und Gas bestehen werde.

Prof. Dr. Clemens Hoffmann, Direktor des Fraunhofer IWES, ging in seinem Beitrag „Next Steps for the German Energiewende“ auf die Sektorkopplung zwischen dem Strom- und dem Wärmesystem bzw. dem Strom- und dem Mobilitätssektor ein, insbesondere um im Stromsystem Erzeugung und Verbrauch besser abstimmen und so zur Systemstabilität beitragen zu können. Er sah aus energetischen Gründen in den Wärmepumpen eine Schlüsseltechnologie für den Power-to-Heat-Einsatz sowie in der Elektromobilität den Schlüssel zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors. Um die Klimaschutzziele langfristig zu erreichen, sei eine Elektrifizierung des Wärme- und Mobilitätssektor erforderlich. Nur so ließen sich der Primärenergieaufwand reduzieren und Geschäftsmodelle innerhalb der Energiewende etablieren.

Zum Abschluss des Expertenforums diskutierten diese drei Redner mit zwei weiteren Teilnehmern, Prof. Dr. Rik de Doncker, RWTH Aachen, und Prof. Dr. Peter Schegner, TU Dresden, auf dem Podium die aufgeworfenen Fragen und Lösungsvorschlä-

ge. Die Podiumsdiskussion beleuchtete im Wesentlichen zwei Thesen: Erstens, die Sektorkopplung sei wesentlicher Lösungsbaustein für die Energiewende, und zweitens, das zukünftige Energiesystem sei dezentral. Während die erste These von allen Diskutanten geteilt wurde, folgten diese der zweiten These zwar in der Tendenz, aber nicht uneingeschränkt.

Alle Teilnehmer der Diskussion stimmten zu, dass die Kopplung des Stromsystems einschließlich seiner Stromerzeugung aus vielen PV- und Windenergieanlagen mit dem Gas-, Wärme- und Mobilitätssektor Voraussetzung zur Dekarbonisierung des gesamten Energiesektors ist. Des Weiteren helfe diese Kopplung beim Umgang mit den Volatilitäten dieser Anlagen. Die Kopplung solle dabei möglichst dezentral erfolgen.

Das Podium sah einen starken Trend zu zukünftig dezentraleren Strukturen. Dennoch glaubt die Mehrheit der Teilnehmer, dass das zukünftige Stromsystem die Vorteile der zentralen wie der dezentralen Stromversorgungsstrukturen kombinieren werde. Die Rolle der Verteilernetzbetreiber werde dadurch bedeutender. Gleichzeitig werden die Systeme dadurch komplexer. Die Informations- und Kommunikationstechnik wurde als ein Schlüssel zum Umgang mit dieser Komplexität angesehen.

INTERNATIONALER
ETG KONGRESS
2017

**SAVE
THE
DATE**

DIE ENERGIEWENDE –
Blaupausen für das neue
Energiezeitalter

28.–29. November 2017,
Bonn

#ETG2017
www.etg-congress.com

ETG
VDE

E6.3 ETG Congress 2015**„Die Energiewende“
17.-18. November 2015, Bonn****Expert Forum 2 –
Technologies & Components**

Sibylle Dieckerhoff,
Technische Universität Berlin,
Mitglied des ETG-Vorstands

Den Auftakt zu Session 2, „Technologies and Components“ bildeten die eingeladenen Impulsvorträge von Dr. Dietmar Tourbier (General Electric Global Research), Dr. Hartung Wilstermann (Deutsche Accumotive, eine Tochter der Daimler AG) und Dr. Hartmut Huang (Siemens AG, Transmission Solutions). Dr. Tourbier spannt in seinem Vortrag „Innovation Challenges for the Energy Revolution in a Digital World“ den Bogen von der Historie zu aktuellen Trends in Forschung und Entwicklung. Im Hinblick auf die weiter wachsende Bedeutung der erneuerbaren Energien äußerte er die Erwartung, dass in den kommenden 5-10 Jahren die Kosten für Wind- und Solarenergie um 70 bzw. 75 % fallen werden. Um die mit der Volatilität der Einspeisung und der Erzeugung z.B. von Solarenergie über den aktuellen Bedarf hinaus verbundenen Probleme lösen zu können, würden flexible Netze und insbesondere Informationstechnologien, die in der Lage sind, erhebliche Datenmengen zu verarbeiten benötigt – die „digitale Welt als Partner der echten Welt“.

Im Anschluss stellten die beiden folgenden Impulsredner mit der Batterie-Speichertechnik und der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung zwei Technologien für die Energiewende vor. Dr. Wilstermann konzentrierte sich in seinem Vortrag auf Anforderungen, Unterschiede aber auch Synergien der Lithium-Ionen Batterietechnik für den Automotive-Bereich und für stationäre Anwendungen. Unterschiede finden sich z.B. bei der Lebensdauer, die für Automotive-Anwendungen bei 10 Jahren liegt, und bei höheren geforderten Energiedichten und Spitzenleistungen im Vergleich zu stationären Anwendungen. Synergien ließen sich in der Produktion durch skalierbare Basismodule für die verschiedenen Anwendungen nutzen, die auf Komponenten und Qualifizierungsprozessen des existierenden Automotive-Portfolios basieren.

Dr. Huang erläuterte in seinem Vortrag Umrichtertechnologien und Beispiele für die Netzanbindung von Offshore-Windparks in AC- und DC-Technik. Neben AC-Verbindungen, die eine SVC (Static Var Compensation) erfordern, kommt in neuen

Anlagen mehr und mehr die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung mit selbstgeführten Umrichtern („HVDC“) zum Einsatz. Der modulare Multilevel-Umrichter mit IGBT-Leistungshalbleitern ist zentraler Bestandteil dieser Technologie, die sich durch ihre Blackstart-Fähigkeit, die getrennte Regelung von Wirk- und Blindleistung sowie durch eine hohe Dynamik auszeichnet. Zukünftige Entwicklungen zielten hier auf einen höheren Spannungs- und Leistungsbereich, eine Reduzierung des Platzbedarfs, der Verluste und der Kosten sowie eine Erweiterung der Anwendungsfelder z.B. in Richtung Energiespeicher.

Das folgende Panel aus den drei Vortragenden wurde ergänzt durch zwei ausgewählte Autoren von Posterbeiträgen: Herr Nils Soltau (RWTH Aachen) stellt in seiner Veröffentlichung Komponenten (Umrichter-topologien, Leistungshalbleiter und magnetische Bauelemente) für Mittelspannungs-Gleichspannungsnetze vor. Herr Sebastian König (KIT Karlsruhe) untersucht und modelliert in seiner Arbeit ein kommerzielles Speichersystem basierend auf einer Vanadium-Redox-Flow Batterie, das beispielsweise für PV-Systeme eingesetzt werden kann.

Das Panel griff die Themen der Vorträge und Veröffentlichungen nochmals auf und diskutierte zunächst Speicher- und anschließend Gleichspannungstechnologien und ihre Bedeutung für zukünftige Energieversorgungsnetze. Es wurde deutlich, dass verschiedene Speichertechnologien für die verschiedenen Anwendungsgebiete erforderlich sind und Lösungen wie „Power-to-Gas“ alleine nicht ausreichen werden. Kleine, leistungsfähige Batterien seien derzeit technisch möglich, aber weit entfernt von der tatsächlichen Realisierung. Der Wettbewerb allerdings laufe, und der Automotive-Bereich könne durch die starke Fokussierung auf Sicherheitsfragen und Kostenreduktion ein wichtiger Treiber für die Batterieentwicklung darstellen.

Im zweiten Teil der Diskussion wurde das Spannungsfeld zwischen der Rolle von Gleichspannungstechnologien in Übertragung und Verteilung, intelligenter Elektronik und Kommunikationstechnik und Speichertechnologien aufgebaut. Derzeit seien intelligente, smart kommunizierende Elektronik und Gleichspannungstechnik aktuelle Themen der Forschung. Zukünftige DC-Netze benötigen schnell reagierende Komponenten, und ein zielführender Ansatz sei, mehr in schnelle IKT zu investieren, um wo möglich den Einsatz von Speichern zu vermeiden. Die zukünftige Bedeutung der Gleichspannungstechnik sei aber derzeit noch nicht vorhersehbar. Kraftwerks- und Netzbetreiber reagierten zögerlich, da über die Langzeit-Zuverlässigkeit und die Kosten über die Lebensdauer keine Erfahrungswerte vorlägen.

Das zweite Standbein der Session bildeten die wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die in Form von Postern präsentiert wurden. Für diese Poster Session wurden nach einem Review-Prozess insgesamt 22 Beiträge akzeptiert. Das Themenspektrum reichte von Fragen der Netzqualität, Regelungsverfahren zur Integration erneuerbarer Energien, Einsatz von Batteriespeichern bis zur Vorhersage und Monitoring von Lastflüssen und Einspeisung.

E6.4 ETG Congress 2015**„Die Energiewende“****17.-18. November 2015, Bonn****Expert Forum 4 –
Market & Regulatory Environment**

Dr. Andreas Breuer,
RWE Deutschland AG,
Mitglied des ETG-Vorstands

Die Strom- und Gasnetze stehen im Zuge der Energiewende in Deutschland, aber auch in zahlreichen anderen europäischen Ländern, vor großen Herausforderungen. Eine sichere und leistungsfähige Netzinfrastruktur bildet die Basis für die Integration erneuerbarer Energien und damit für die Erreichung der energiepolitischen Ziele beispielsweise der Bundesregierung. Die Folge: Ein Netzausbau ist erforderlich, der mancherorts auf Vorbehalte oder gar auf Ablehnung der deutschen Bevölkerung stößt. Eine breite Akzeptanz für den notwendigen Umbau der Stromnetze herzustellen, ist daher eine wesentliche Aufgabe auf nationaler, aber auch auf europäischer Ebene. Denn die Netze bieten die wirtschaftlichen und technischen Voraussetzungen unter anderem für den Energiehandel in Europa.

Als natürliche Monopole, die innerhalb der Wertschöpfungskette der Energieversorgung eine strategisch wichtige Position einnehmen, unterliegen die Energienetze einer engen Regulierung. Zur Erklärung: Wettbewerbern wird so ein diskriminierungsfreier Zugang zu angemessenen Preisen ermöglicht. Doch die Energiewende hat zu Veränderungen in der Regulierung geführt: Stand in der Vergangenheit die wirtschaftliche Effizienz der regulierten Unternehmen und die Stärkung des Wettbewerbs im Fokus, müssen nun Antworten auf die wachsenden Herausforderungen durch den Netzaus- und Umbau für die Integration der erneuerbaren Energien gefunden werden.

Was diese Antworten sein können und welche konkreten Lösungen es gibt – das wurde beim Thema „Markt & Regulierung“

beim ETG-Congress 2015 diskutiert und erläutert. Betrachtet wurden dort auch die Veränderungen des Strommarktes: Neue Möglichkeiten entstehen, beispielsweise durch das Produkt der Minutenreserve, die sich am deutschen Spot-Markt etabliert hat. Möglich macht dies die Stromerzeugung tausender Erneuerbarer-Energien-Anlagen, deren Betreiber daran interessiert sind, möglichst viel Gewinn zu erzielen. Die Gewinnmaximierung auf der einen Seite und die Erhaltung der Netzstabilität durch die Netzbetreiber auf der anderen - diesen Spagat gilt es in der Zukunft zu schaffen.

Als Keynote Speaker hat Duncan Botting, Director EUTC – European Utilities Telecom Council, aus europäischer Sicht den Zusammenhang zwischen Markt und reguliertem Geschäft mit Blick auf das Gesamtsystem dargestellt. Hierzu bediente er sich des Ansatzes eines Smart Grid Architecture Model (SGAM). Deutlich stellte er dabei heraus, dass der Kunde nicht hinreichend im Zentrum der Betrachtung liegt, wo er aber nach seiner Ansicht hingehört. Insbesondere im Rahmen des Einsatzes von Smart Metern sind gerade die Kundenbedürfnisse Schlüssel für erfolgreiche Geschäftsmodelle. Voraussetzungen sind aus seiner Sicht dabei grundlegende technische Lösungen wie beispielsweise eine entsprechende Kommunikationsinfrastruktur, Zugang zu Daten unter Berücksichtigung der Belange des Datenschutzes, Datensicherheit und Interoperabilität. Sein Appell war, gemeinsam mit allen Marktteil-

nehmern inklusive der Politik die notwendigen Lösungen zu erarbeiten.

Stefan-Jörg Göbel, Managing Director bei Statkraft Markets GmbH, stellte in seinem Vortrag die massiven Veränderungen des Erzeugungsmarktes dar. Gerade der umfangreiche Ausbau der Erneuerbaren-Energien-Anlagen mit ihren dezentralen Standorten und der damit verbundene gesellschaftspolitische Wille führen auch zu neuen Geschäftsmodellen, wie z. B. virtuellen Kraftwerken. Allerdings sieht er bei den aktuellen Rahmenbedingungen keine Möglichkeit, dass die weiterhin notwendige zentrale Erzeugung in Zukunft neben den operativen auch die investiven Kosten dieser Kapazitäten tragen könne. Dies gilt erst recht für die Erneuerung dieser Anlagen. An der anschließenden von Andreas Breuer moderierten Panel-Diskussion nahmen neben den drei Referenten auch die Expertinnen Carola Bettinger von der Leuphana Universität Lüneburg und Tabea Obergfell vom Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE) teil.

Orientiert an den gezeigten Präsentationen brachten Bettinger und Obergfell weitere wertvolle Impulse in die Diskussion ein. Carola Bettinger ging intensiv auf Geschäftsmodelle zum Thema Smart Micro-Grids bei heutigen Markt- und Regulierungsbedingungen ein. Dazu berichtete sie über das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Projekt „Effiziente Nutzung erneuerbarer Energien durch regionale ressourcenopti-

mierte intelligente Versorgungs- und Verbrauchsnetze“. Treiber für neue und erfolgreiche Geschäftsmodelle sind aus ihrer Sicht beispielsweise Kostenreduzierung, Risikominimierung, Risikoabwägung, technologischer Fortschritt und angemessene ökologische Rahmenbedingungen.

Tabea Obergfell erläuterte den Stand ihrer Arbeiten zum Thema Akzeptanz der Energiewende. Intensiv wurde der Aspekt diskutiert, wie mit unzureichender oder gar fehlender Akzeptanz der Bevölkerung beim Umbau des Energiesystems umzugehen sei. Hierzu führte sie intensive Untersuchungen mit Hilfe eines strukturierten Ansatzes, dem Acceptance Framework, durch. Subjektive Einstellungen gegenüber dem Energiesystem der Zukunft wie Vertrauen, Fairness und Transparenz sind nach den Ergebnissen ihrer Untersuchungen wichtige Voraussetzungen für die notwendige Akzeptanz der Bürgerinnen und Bürger.

Am Ende des Expert Forums 4 fasste Duncan Botting für alle Kongressteilnehmer die wichtigsten Ergebnisse des Forums zusammen. Unterstützt wurden die Inhalte des Forums durch zahlreiche Poster-Präsentationen, die vor allem Geschäftsmodelle und die Schnittstelle zwischen Markt und Regulierung anschaulich machten. Die Darstellung der Vermarktung von Flexibilitäten, von Rahmensetzungen um Geschäftsmodelle gestalten zu können, sowie Fragen zur Kundenakzeptanz waren weitere Inhalte der gezeigten Poster.



VDE KONGRESS 2016
INTERNET DER DINGE
 Technologien // Anwendungen // Perspektiven

7.-8. November 2016 ////////////////
 //////////////// Congress Center Mannheim



Industrie 4.0



Smart Energy



Connectivity



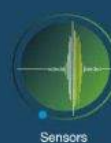
Big Data



Security



Mobilität



Sensors



Smart Health



Smart Home

E6.5 Workshop Kabeldiagnostik 24. November 2015, Frankfurt



Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen,
Universität Stuttgart, Leiter Institut
für Energieübertragung, Leiter
ETG FB Q2 Werkstoffe, Isolier-
systeme und Diagnostik,
Wissenschaftlicher Tagungsleiter

Tausende Kilometer Stromkabel sind in Deutschland im Erdboden vergraben. Und dennoch sind Energiekabel ein aktuelles Thema, mit dem sich national wie international Fachleute beschäftigten. Denn die Energiewende in Deutschland verlangt einen Netzausbau, der gesellschaftlich getrieben zu einem erheblichen Maße als (Hochspannungs-) Kabelverbindungen realisiert werden soll.

Zum Workshop nach Frankfurt kamen die Vortragenden und 51 Teilnehmer aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. In sieben Fachvorträgen wurden über verschiedene Verfahren der Prüfung und Diagnose von Kabelsystemen informiert. Mit besonderem Interesse wurde der Vortrag über DC-Kabel aufgenommen.

Am Ende waren sich alle einig, dass gerade beim Übergang auf höhere Spannungen noch viele Fragen offen sind sowohl bei der Konstruktion der Kabel und der Verbindungstechnik als auch beim Messen und der dazugehörigen Diagnostik.

Die nächste Gelegenheit zur Vertiefung der Thematik wird die VDE-Fachtagung Hochspannungstechnik im November 2016 in Berlin bieten.

(www.vde-hochspannungstechnik.de).

E6.6 IZBE/VDE-Fachtagung „Sicherheit und Zulassung elektrischer Bahnausrüstungen“ 26.-27. November 2015, Dresden



Dr.-Ing. Carsten Söffker,
Alstom Transport Deutschland
GmbH, Leiter ETG FB A2
Bahnen, Wissenschaftlicher
Tagungsleiter ETG

Am 26. und 27. November 2015 fand im Internationalen Kongresszentrum Dresden das Symposium „Sicherheit und Zulassung elektrischer Bahnausrüstungen“ statt. Gemeinsame Veranstalter waren der Fachbereich A2 „Bahnen mit elektrischen Antrieben“ der ETG sowie das Innovationszentrum Bahntechnik Europa (IZBE). Im bewährten zweijährigen Rhythmus war es die nunmehr fünfte Tagung zu diesem Themenkomplex, und die Teilnehmerzahl von knapp 200 Fachleuten unterstreicht dessen Aktualität und Relevanz für den Bahnsektor (Bild 1 Seite 30).

Der erste Veranstaltungstag stand im Zeichen der Erfahrungen mit neuen Regularien, die in den letzten Jahren entstanden sind und für geänderte Rollenverhältnisse im Zulassungsprozess gesorgt haben. Vormittags lag der Fokus auf den Fahrzeugen, für deren Inbetriebnahmegenehmigung zwar immer noch das Eisenbahn-Bundesamt zuständig ist, wobei die fachliche Bewertung der meisten Themenkomplexe jedoch auf private Prüforganisationen oder herstellereigene (unabhängige) Stellen verlagert wurde. Beide Wege wurden vorgestellt und können bereits erfolgreiche Referenzen vorweisen. Weiterhin wurde anhand der präsentierten Projekte deutlich, wie wichtig die in den Vorjahren formal eingeführte Normenfestschreibung und „Variantenzulassung“ für einen effizienten Durchlauf sind: Basierend auf einem Baukastenprinzip in der Entwicklung und entsprechenden Konformitätsbetrachtungen wird die Nachweisführung stark vereinfacht, so dass selbst die Mischtraktion unterschiedlicher Triebzugtypen beherrschbar wird.

Am Nachmittag wurde von den Referenten aufgezeigt, dass es im Bereich der Bahnstromversorgung durchaus eine gewisse Annäherung an den Fahrzeugsektor gibt – sowohl bei den Regelwerken als auch den Akteuren – und dass der Begriff „Funktionale Sicherheit“ neben der klassischen Elektrosicherheit seinen Platz gefunden hat. Die wichtige Differenzierung zwischen Safety und Security, die im deutschen Sprachgebrauch eher umständlich ist, war eine weitere interessante Betrachtung zum Thema Sicherheit.

Nach einem Einführungsvortrag über die Position der Europäischen Eisenbahn-





Bild 1: Auditorium der Fachtagung (Quelle: IZBE)

Agentur (ERA) folgte ein leidenschaftlicher Vortrag aus Sicht der Signaltechnik, inwieweit das europäische Zugsicherungssystem ETCS und die mit dessen Einführung verbundenen Prozesse eigentlich die gesteckten Ziele erreicht haben. Szenenaplaus gab es für das Plädoyer, etablierten normenbasierten Verfahren keine bürokratische Haube überzustülpen und der ohnehin klar definierten Produktverantwortung und -haftung keine zusätzliche, scheinbar unabhängige Bewertung zur Seite stellen zu müssen.

Es folgte die Podiumsdiskussion „Gelingt die Verknüpfung von TSI'en mit nationalem Regelwerk?“ mit Vertretern von Bahnbetreibern, Herstellern und Aufsichtsbehörde (Bild 2).

Die Schaffung komplexer „Technischer Spezifikationen für Interoperabilität“ (TSI) war von Anfang an auch durch ein zweites Ziel getrieben, damit (bereits kurz- und mittelfristig!) die historisch gewachsenen nationalen Regelwerke abzulösen. Dies sollte die Standardisierung der Produkte

fördern und somit die Wettbewerbsfähigkeit des Eisenbahnsystems verbessern.

In vielen Mitgliedsstaaten, darunter auch Deutschland, ist die jeweilige „Herkunft“ einzelner nationaler Regelwerke sehr unterschiedlich. Ein Großteil findet in der ebenfalls historisch gewachsenen Infrastruktur seinen Ursprung und wird erst mit deren europäischer Harmonisierung seine Berechtigung verlieren. Da auch die TSI'en einen Bestandsschutz enthalten, droht eine lange Ko-Existenz von Altnetz und modernen Ausrüstungen, mit entsprechender Doppelung der Anforderungen an die Kompatibilität von Fahrzeugen. Der Netzzugang wird zur entscheidenden Thematik.

Ein anderer Teil der nationalen Anforderungen ist betrieblich bedingt und soll erst durch die zukünftige TSI OPE adressiert werden. Hätte man mit deren Harmonisierung früher begonnen, was sicher schwieriger ist als bei den rein technischen Regelwerken, wären wir heute einiger in der Frage, welcher Freiheitsgrad bei der

Verteilung der Sicherheitsverantwortung zwischen Fahrzeug (technisch) und Betreiber (Personal) eigentlich zulässig sei. So kommt es gelegentlich zum Streit, inwieweit spezifische Lösungen oder Nachweise für die Beibehaltung unseres Sicherheitsniveaus erforderlich sind.

Konsens besteht jedoch in der Ansicht, dass „Anerkannte Entwicklungsbetriebe“ (wie in der Luftfahrt üblich) ein besseres Modell für den Bahnsektor sind als, völlig unabhängige „Third parties“ zum Nachweis der Produktkonformität.

Die gemeinsame Abendveranstaltung im Stufenfoyer des Kongresszentrums bot den Tagungsteilnehmern traditionell Gelegenheit zu einem regen Erfahrungsaustausch und unterstreicht somit den Charakter des Symposiums wesentlich.

Am zweiten Tag wurde die Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Netz ins Visier genommen. Besonderen elektrotechnischen Tiefgang erfordert die Kohärenzbetrachtung im Hinblick auf tief- und mittelfrequente Resonanzen, die durch ungenügend aufeinander abgestimmte Umrichterregelungen in Verbindung mit Netzimpedanzen angeregt werden und zu Netzausfällen und Schäden führen können. Zunehmende Verkabelung der Energieversorgung einerseits und der Ersatz klassischer Elektromaschinen (mit hoher Dämpfung) durch Stromrichter andererseits verschärfen diese Problematik beständig.

Einen anderen Zielkonflikt erlebt man zwischen fahrzeugseitigen Maßnahmen zur Kraftschlussverbesserung (Magnetschienenbremse, Sandung) und streckenseitiger Sicherheitstechnik (Geschwindigkeits-Prüfeinrichtungen, Gleisbesetztmeldung): Auf beiden Seiten kann ein Ausfall zu folgenreichen Konsequenzen führen, nur welches Risiko wiegt schwerer?

Das Zusammenwirken von Stromabnehmer und Oberleitung birgt ebenfalls komplexe mechatronische Fragestellungen, wobei hier jedoch die Betriebssicherheit im Vordergrund steht und weniger die Gefährdung von Personal und Fahrgästen.

Schließlich bot sich interessierten Teilnehmern die Gelegenheit, bei einer Dampfzugfahrt auf der schmalspurigen Löbnitzgrundbahn zu erleben, dass man auch mit dem Regelwerk vergangener Jahrzehnte sicheren Bahnbetrieb gewährleisten kann – ganz ohne Interoperabilitätsrichtlinie und europäisch harmonisierte Zertifizierungsstellen.

Zwischen IZBE und ETG wurde vereinbart, am 08./09. Dezember 2016 wieder mit einem gemeinsamen Symposium zu aktuellen Fragestellungen der Bahnantriebstechnik in Dresden anzutreten, bevor in 2017 eine Neuauflage zum Thema „Sicherheit und Zulassung“ geplant ist.



Bild 2: Podiumsdiskussion zur Zulassungspraxis; von links: Dr. Werner Krötz, DB Netz; Ralf Fleischmann, Bombardier Transportation; Wolfgang Sturzeis, ÖBB Infrastruktur; Moderation durch Prof. Arnd Stephan, Institut für Bahntechnik; Dr. Steffen Röhlig, Rail Power Systems; Guido Bachmann, Gebr. Bode; Thomas Gehringer, Eisenbahn-Bundesamt; (Quelle: IZBE)

E6.7 ETG/FNN-Tutorial Schutz- und Leittechnik 2016 23. - 24. Februar 2016, Berlin



Dr.-Ing. Heinrich Hoppe-Oehl,
Westnetz GmbH, Leiter ETG/
ITG-Fachausschuss Schutz- und
Automatisierungstechnik,
Leiter des Tutorials

Am 23. und 24. Februar 2016 wurde in Berlin das ETG/FNN-Tutorial Schutz- und Leittechnik durchgeführt. Diese für die Fachleute der Schutz- und Leittechnik sehr wichtige Fachtagung findet ca. alle 2 Jahre statt und stand dieses Mal wiederum unter der Hauptüberschrift Auswirkung der Energiewende auf die Energieversorgungsnetze, insbesondere auf die Schutz- und Leittechnik. Die Tagung war mit 593 Teilnehmern sehr gut besucht, und bot mit 26 namhaften Ausstellern eine umfangreiche Fachausstellung und war damit eine messeartige Plattform für die Marktpartner der Schutz- und Leittechnik.

Dank der traditionell guten Zusammenarbeit vor allem der deutschen, österreichischen und schweizerischen Fachgremien und auf Grund der Unterstützung durch die Fachverbände aus Deutschland, Österreich und der Schweiz hatte die Programmkommission ein anspruchsvolles und aktuelles Programm erstellt, das von kompetenten Referenten vorgetragen wurde. Die Plenumveranstaltung mit 34 Referaten wurde ergänzt durch fünf Workshops und eine Postersession mit 41 Postern.

Die Teilnehmer der Tagung vertraten die Schwerpunkte Elektroenergieversorgung, Schutz- und Automatisierungstechnik sowie Leittechnik. Führungskräfte, Verantwortliche und Experten aus Netzbetrieb, Schutz- und Leittechnik von Netzbetreibern, Netzservices, Herstellern, Planungs- und Ingenieurbüros sowie von Universitäten und Fachhochschulen haben teilgenommen.

Die Bündelung dieser Besuchergruppen auf dieser Tagung garantierte eine intensive und umfassende Darstellung der aktuellen Techniken und Themen sowie eine Diskussion der anstehenden Probleme.

Die umfangreiche Ausstellung mit namhaften Herstellern schuf Platz für die Begutachtung neuer Techniken und für intensive Diskussionen „am Objekt“.

Inhaltliche Schwerpunkte

Das Tutorial fokussierte sich auf die Konsequenzen der Energiewende, insbesondere auf die Schutz- und Leittechnik in folgenden Themenbereichen:

1. Schutz in aktiven Netzen inkl. Wandlerthemen und Sternpunktbehandlung
2. Leittechnik zentral und dezentral, technische Kommunikation
3. Systemdienstleistungen, Wirkleistung, Frequenzhaltung, Blindleistung, Spannungshaltung, Inselnetze
4. Was hätten Sie schon immer gerne über Leistungselektronik gewusst?
5. Projekte

Die klassischen schutz- und leittechnischen Themen wurden erweitert mit übergeordneten Fragestellungen wie Systemdienstleistungen, von denen die Aufgaben der eigentlichen Schutz- und Leittechnik zukünftig maßgeblich beeinflusst werden.

Die Vortragsblöcke wurden durch sehr interessante Workshops ergänzt:

1. Schutz in aktiven Netzen
2. Messwandler und Schutz
3. Dezentrale Erzeuger – Umsetzung von Schutz- und Leitkonzepten
4. Möglichkeiten und Risiken bei WAN- und LAN-Kommunikation zukünftiger Schutz- und Leittechniksysteme
5. Cyber Security – wie verwundbar sind die Stromnetze?



Einführungsvortrag

Im Einführungsreferat berichtete Herr Dr. Stefan Küppers, technischer Geschäftsführer der Westnetz und Präsident des FNN, über das Verteilnetz als Schlüssel der Energiewende.

Herr Dr. Küppers erläuterte den Wandel in der Rolle der Netze sowie die Anforderungen an die Stromnetze ausgehend von der heutigen Situation bis zu einem Stand in 2030/2050; ergänzend befasste er sich mit den Anforderungen an den Betrieb und an dessen notwendigen Wandel.

Seine Kernaussagen umfassten:

- Die Energiewende findet im Verteilnetz statt.
- Die Verteilnetze werden zunehmend aktiv.
- Die Komponenten der Automatisierungs- und Schutztechnik müssen noch intelligenter werden.





Zusammenfassung der Vortragsblöcke

In 8 Vortragsblöcken wurden mit 34 Referaten die inhaltlichen Schwerpunkte des Tutorials thematisiert und diskutiert.

Der Einführungsblock gab einen Überblick über die aktuell gültigen und in Bearbeitung befindlichen technische Anschlussregeln für Verteilnetze mit den Aktivitäten des FNN. In einem weiteren Beitrag wurde das Ergebnis der gemeinsamen Task Force von ETG und ITG zu „Schutz- und Automatisierungstechnik in aktiven Verteilungsnetzen“ vorgestellt. Aus Sicht der Leistungselektronik wurde für die Netzfachleute beschrieben: „Was hätten Sie schon immer gerne über Leistungselektronik gewusst?“. Der Einführungsblock wurde vom Tagungsleiter moderiert.

Der **2. Sitzungsblock** befasste sich mit übergreifenden Schutzhemen:

- Der „alte“ Kurzschlussstrom im „neuen“ Drehstromnetz,
- Risiko des Versagens von Abgangsschutzeinrichtungen im Verteilungsnetz durch den Einfluss von Wechselrichtern,
- Anforderungen an Schutzsysteme für zukünftige Stromnetze,
- Erfahrungen mit HGÜ-Anlagen bei Netzstörungen.

Der Block wurde von Dr. Gernot Druml, Sprecher Automation GmbH, Linz/Österreich moderiert.

Der **3. Sitzungsblock** bestand aus zwei parallel durchgeführten Teilblöcken, Block 3a „Spezielle Schutzhemen“ und Block 3b „Kommunikation“.

Im Block „Spezielle Schutzhemen“ wurden folgende Themen behandelt:

- Auswirkungen der „erweiterten RESPE“ (eRESPE) auf die Erdschlusseingrenzung

- Korrekte Messung der KS-Reaktanz durch einen Distanzschutz bei Zwischeneinspeisung mit Netzstromrichtern
- Adaptiver Leitungsschutz
- Schutz und Betrieb von Phasenschiebertransformatoren
- Schutz problematischer Drei-Enden-Topologien

Der Block wurde von Johannes Arnold, Siemens AG, Nürnberg moderiert.

Im Block „Kommunikation“ wurden Themen der technischen Kommunikation behandelt:

- IEC 61850 – Aktivitäten in der IEC TC57
- IEC 61850 – FNN-Hinweis aus Anwendersicht
- Der Austauschbarkeit einen Schritt näher durch IEC 61850 Flexible Product Naming
- Testszenerarien in Anlagen mit IEC 61850 – ein Bericht aus DKE 952.0.10
- ISMS für Energienetzbetreiber nach dem IT-Sicherheitsgesetz

Der Block wurde von Thomas Rudolph, Schneider Electric GmbH, Seligenstadt moderiert.

Der **4. Sitzungsblock** befasste sich mit „Leittechnik: Netzdienlichkeit und Sicherheit“ mit folgenden Referaten:

- Netzleittechnik und Flächenautomatisierung: Stand und Weiterentwicklung der Funktionalität (ETG/ITG Taskforce)
- Smarte Netzleittechnik für die Energiewende – Beispiele aus der Praxis
- Smart Grid in der Schweiz – Smart Grid/Metering für die Steuerung von Erzeugern und Verbrauchern
- Security Assessment und System Optimization

Der Block wurde von Dr. Ralf Thomas, IDS-Gruppe Holding GmbH, Ettlingen moderiert.

Der **5. Sitzungsblock** umfasste unter dem Titel „Systemdienstleistungen: Frequenz, Wirkleistung“ folgende Referate:

- Systemdienstleistungen als Voraussetzungen des sicheren System- und Netzbetriebes
- Betrieb von Inselnetzen im Verteilnetz?
- Frequenz Onshore / Offshore – Bedeutung für die Netzstabilität
- EEG-Zubau – Neue Randbedingungen für den Netzwiederaufbau

Der Block wurde von Dr. Walter Sattinger, swissgrid ag, Laufenburg/Schweiz moderiert.

Der **6. Sitzungsblock** führte das Thema Systemdienstleistungen unter dem Titel „Systemdienstleistungen: Spannung, Blindleistung“ fort:

- Statische Spannungshaltung im HÖS- und HS-Netz unter Berücksichtigung zunehmend dezentraler Erzeugungsanlagen
- Spannungshaltung im Schweizer Übertragungsnetz – finanzieller Anreiz für Kraftwerks- und Verteilnetzbetreiber
- Vorbeugende Maßnahmen zur Vermeidung von Spannungsproblemen in Übertragungs- und Verteilnetzen
- Transientes Verhalten konventioneller Kraftwerke bei hoher Windenergieeinspeisung

Der Block wurde von Eckard Quitmann, ENERCON GmbH, Bremen moderiert.



Der **7. Sitzungsblock** enthielt einige konkrete Anwendungsbeschreibungen unter dem Titel „Projekte“:

- Optimaler Schutz für die stationäre Blindleistungsbereitstellung
- Höchste Verfügbarkeit der Energieversorgung in einem Versandzentrum durch ein 30-ms-Schnellumschaltensystem
- Umsetzung eines Netzsystemschutzes (SIPS) auf den Kanalinseln
- Leittechnische Lösung im Verbundkraftwerk Prignitz
- GRID4EU: Erfahrungen mit einem System zur autonomen Netzführung in der Mittelspannung

Der Block wurde von Dr. Stefan Federlein, ABB AG, Ratingen moderiert.

Workshops und Postersession

Fünf parallele Workshops widmeten sich den folgenden Themen.

Der **Workshop „Schutz in aktiven Netzen“** wurde von Berthold Wüthmann, Amprion GmbH, Dortmund geführt. Folgende Themen wurden diskutiert:

- Bidirektionale Blindleistungsflüsse über Umspanntransformatoren;
- Spannungsschutz an Generatoren;
- Herausforderungen für die AC-Schutztechnik beim Betrieb von AC/DC-Hybridtrassen.

Der **Workshop „Messwandler und Schutz“** wurde von Wolf Fischer, Stromnetz Berlin GmbH moderiert. Folgende Themen wurden diskutiert:

- Alternative Messwerterfassung für moderne Schaltanlagen basierend auf nicht-konventionellen Wandlern;
- Neue Anforderungen an Messwandler – TABs und Normen;

- Praxisvergleich von P, PR und TPZ Stromwandlerkernen;
- IEC/TR 61869-100 Anwendung von Stromwandlern im Netzschutz.

Den **Workshop „Dezentrale Erzeuger – Umsetzung von Schutz- und Leitkonzepten“** moderierte Prof. Michael Igel, Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, Saarbrücken. Folgende Themen wurden diskutiert:

- Simulation des Echtzeitverhaltens eines Distanzschutzes in Netzen mit dezentralen Erzeugungsanlagen;
- Bewertungsmöglichkeiten aktueller Schutzkonzepte im Zuge der Zertifizierung/Lesson learned Zertifizierung;
- Auswirkung von Parkregelungskonzepten auf die Netzstabilität.

Den **Workshop „Möglichkeiten und Risiken bei WAN- und LAN-Kommunikation zukünftiger Schutz- und Leittechniksysteme“** begleitete federführend Torsten Porath, Westnetz GmbH, Dortmund. Bei den **Möglichkeiten** wurden diskutiert:

- IP-Kommunikation erfüllt die Anforderungen der Schutz- und Leittechnik (Bsp. Signalvergleich über MPLS oder Schutz-AUS über Goose);
- Standardisierte Schnittstellen erhöhen die Unabhängigkeit von Lieferanten und Erneuerungszyklen;
- Nutzung der IP-Infrastruktur für unterschiedliche Anwendungen reduziert Aufwand und Kosten;
- Durchgängigkeit vom Prozess bis zur Netzleitebene reduziert den Engineeringaufwand.

Bei den **Risiken** wurden diskutiert:

- Aufwand für IT-Sicherheit erhöht die Betriebskosten;

- Bereichsübergreifender organisatorischer Aufwand zur Sicherstellung von Funktionen;
- Patchmanagement und Komplexität der Technik beeinträchtigt die Funktion;
- Internationale Weiterentwicklung der Standards und Normen verlässt die Abwärtskompatibilität;
- Geringe Lebenszyklen der IT-Welt führen zu hohem Austauschbedarf.

Den **Workshop „Cyber Security – wie verwundbar sind die Stromnetze?“** moderierte Dr. Richard Marenbach, OMICRON electronics Deutschland GmbH, Erlangen.

Die Diskussion in diesem Workshop umfasste Zertifizierung eines ISMS (praktische Umsetzung, Mindestumfang, Verfahren der Risikobewertung, Umsetzungsfristen), Zusammenhang IT-Sicherheitskatalog und ISO 2700x, Umgang mit Stationsautomatisierungssystemen in Altanlagen und mit Windows XP, Viruserkennung vs. Whitelist-Methode.

In der Postersession wurden 41 Poster ausgestellt, diese vertieften die Vortrags- und Workshopthemen mit weiteren sehr interessanten Gesichtspunkten.

Unterlagen

Den Tagungsteilnehmern wurden die Tagungsunterlagen auf einem USB-Stick übergeben. Die Unterlagen wurden nach der Tagung auf der Internetseite zur Verfügung gestellt.

Bei Fragen zur Tagung oder zu den Tagungsunterlagen wenden Sie sich bitte an Herrn Thomas.Benz@vde.com oder an Herrn Henry.Lang@vde.com.

Ausblick

Das nächste Tutorial Schutz- und Leittechnik wird voraussichtlich im Februar 2018 stattfinden. Weit über 200 ausgefüllte Feedbackbögen wurden mit interessanten Anregungen versehen; auf Basis der Feedbackbögen und der aktuellen Themen wird in zwei Jahren wieder eine sehr interessante Tagung vorbereitet werden. Themen der Energiewende werden auch das nächste Tutorial wesentlich bestimmen.

E5.8 CIPS 2016 – Power Electronics in Challenging Little Boxes and More 08.-10. März 2016, Nürnberg



Prof. Dr. Eckhard Wolfgang,
ECPE e.V.



Prof. Dr.-Ing.
Andreas Lindemann,
Otto-von-Guericke Universität
Magdeburg, Leiter ETG
FB Q1 Leistungselektronik



Prof. Dr. phil. nat. i.R.
Dieter Silber,
Universität Bremen



Prof. Johann Kolar,
ETH Zürich

More than 300 engineers and scientists attended the conference. Attendees came from 21 countries in Europe, America and Asia with 22 participants alone from Japan. The 9th International Conference on Integrated Power Electronics Systems (CIPS 2016) was held on March 8-10, 2016, in Nuremberg as part of the ECPE Annual Event. The Conference is organized by ETG, the Power Engineering Society within VDE, and by ECPE, the European Center of Power Electronics. IEEE PELS and ZVEI are technical co-sponsors.

By Prof. Eckhard Wolfgang, ECPE, Prof. Andreas Lindemann, University of Magdeburg and Prof. Dieter Silber, Univ. Bremen, Technical Program Chairs CIPS 2016, and Prof. Johann Kolar/ ETH Zurich

The program of this year's conference included 100 papers (80 in 2014): Four keynotes, 9 invited, 54 oral and 33 poster papers. A good balance of contributions was achieved between industry and academia.

Prof. **Johann Kolar**/ETH Zurich and Prof. **Eckart Hoene**/Fraunhofer IZM explained in the 1st keynote speech „The Google/IEEE PELS Little-Box Challenge“. Here is a brief summary:

The intention of Google was to start an open competition to build the worldwide smallest single-phase power inverter, with a \$1,000,000 prize. This would make power electronics systems more compact, and cheaper. The prize was given on February 28, 2016, to the team „Red Electrical Devils“ of the Belgian company CE+T. The use of GaN technology and soft-switching

enabled a power density of 143 W/in³ of the 2 kVA inverter which had to be realized in this project. The dimensions are 2.5 x 1.615 x 3.41 in³ resulting in a volume of 13.77 in³. This volume is significantly smaller than the smallest existing inverter on the market. However, the lower efficiency also has to be considered. Besides the GaN devices, MLC capacitors and ferrite magnetic components were used; for details see <https://www.littleboxchallenge.com>. Furthermore, instead of electrolytic capacitors a low-volume active DC-side power pulsation buffer was used for buffering power fluctuation with twice the AC output frequency intrinsic to single-phase DC/AC converter systems.

Prof. Kolar analyzed the concepts of the 15 finalists – the presented power densities were mainly in the range of 120...220 W/in³ (10 out of 15 teams) – and showed details of the approach used by the team of ETH Zurich, FhG-IZM and Fraza d.o.o. (cf. Fig.1 and <https://www.pes.ee.ethz.ch/Publications/Conferences>). As a main conclusion, power densities of 200 W/in³ could be achieved even with moderately high switching frequencies and SiC instead of GaN power devices, and advanced high-frequency magnetics, careful thermal management and 3D-packaging/integration are key enablers for a further power density improvement.

Schneider Electric achieved the 2nd place and presented their concept (100 W/in³) and results in the CIPS 2016 special Little-Box dialog session together with the team of ETH Zurich, Fraunhofer IZM, and Fraza (135 W/in³).

Dr. **Günther Engel**/CeraCap Technology & Innovation Consulting presented an invited paper „Design and Materials of Antiferroelectric Capacitors for High Density Power Electronic Applications“. Based on the specific solutions for power electronics and high temperature environment, the MLCCs based on anti-ferroelectric ceramics and copper inner electrodes are recommended for use in power electronics. They combine small size, low ESR, low ESL, high current handling capability, high isolation resistance at elevated temperatures, and potentially low cost, even comparable to film caps. CeraLink MLCCs can be used at high frequencies too which is necessary for GaN based circuits.

In the Keynote „Prospects for advances in power magnetics“ given by Prof. **Charles Sullivan**/Thayer School of Engineering at Dartmouth, Hanover NH, USA, the use and limitations for magnetic components in high frequency circuits were discussed. Inductors and transformers are critical for advances in power conversion. Increased frequency can, in principle, reduce their size and power losses, but high-frequency losses make this hard to realize in practice.

In windings, proximity effect is the most severe challenge. It can be addressed either by using many winding layers sufficiently thin compared to δ or by using a single layer. Design errors can result in large increases in loss relative to lower-cost designs, so design calculations are essential. Other strategies and considerations include interleaving, positioning of the winding relative to the gap, parallel windings, and aluminum conductors. Research in windings includes effective utilization parallel thin foil layers, as well as current balancing in very large litz-wire bundles. Evaluation of magnetic materials using performance factor assumes ideal windings, but can be modified to account for high-frequency winding loss. Results show opportunities for continued miniaturization of power converters using frequencies above 2 MHz.

The introduction of GaN devices has encouraged power electronics designers to develop advanced power device integration concepts towards monolithic integration. The respective Keynote paper was „100 MHz GaN Power Conversion“ presented by **Dr. Dragan Maksimovich**. He demonstrated this technology for VHF D-mode converters using a GaN-on-Si Process. The presented application was a radio frequency transmitter with much improved efficiency by tracking the signal envelope. Such types of amplifiers are well-known from audio frequency amplifiers, and their basic approach is the principle of pulse width modulated dc-dc-converters. Previous developments had been based on Silicon LDMOS devices but GaN devices enable much higher frequencies. In the presented example the AC envelope frequency is >20 MHz. PWM switching frequency can be as high as 200 MHz. A half bridge including gate drivers is monolithically integrated. Output Power is 7 W at 91% peak power efficiency. The developments of GaN devices encourages the author to scale the principle to much higher power in future. Therefore in the outlook a 3 MHz ZVS switching at 380V, 500W was shown using a recently developed monolithic 600 V GaN-on-Si half bridge (from IAF, Freiburg) with integrated Schottky diodes. It described the potential of post-silicon power electronics.

Dr. **Reinhard Herzer**/Semikron had been invited to give an overview on „New Gate Driver Solutions for Modern Power Devices and Topologies“. More and more SiC switches (MOSFET, JFET) with voltage classes between 600V and 1700V are coming on the market with decreasing RDSon and costs as well as sufficient reliability. To use the outstanding performance of SiC devices it is extremely important to improve their application and system environment. From the package side low inductivities and thermal resistances, high temperature operation ($\geq 175^\circ\text{C}$) and higher reliability are demanded. On the driver side fully in-

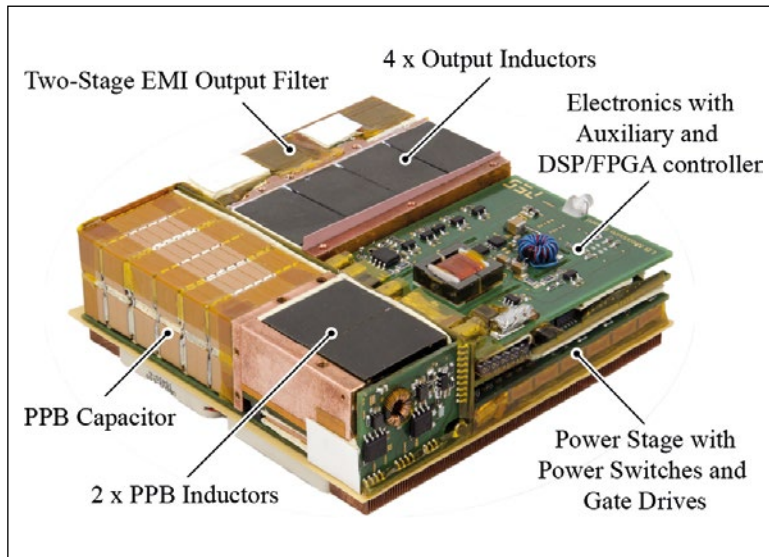


Fig. 1: Converter system of ETH Zurich/FhG-IZM/Fraza (135 W/in²) presented at the finals of the Google/IEEE Little-Box Challenge. The system employs two interleaved bridge legs per phase which are operated in triangular current mode to achieve ZVS of the GaN GIT power switches (Infineon, 200 kHz...1 MHz). Moreover, a new gate drive with 500 kV/μs dv/dt-immunity and only 20 ns delay time, innovative foil winding inductors with multiple airgaps and low high-frequency losses (Fraza), as well as an active buck-type power pulsation buffer (PPB) equipped with high energy density ceramic capacitors (CeraLink), and advanced air cooling (top-side heatsink not shown) are used.

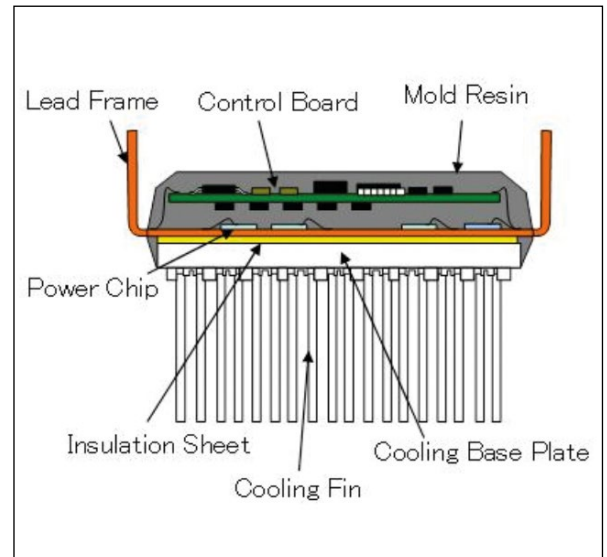


Fig.2: Cross-section of highly-integrated inverter module

tegrated gate drivers with complex driving and protection functions for higher frequencies (40...200kHz), higher operation temperatures and close and low inductive connections to the switches are necessary. In the Keynote „Review of Integration Trends in Power Electronics Systems and Devices“, Dr. Gourab Majumdar/ Semiconductor & Device Group, Mitsubishi Electric Corporation, Japan showed the path to a highly integrated power module (Fig 2). Various technological advancements in the areas power chip, circuit concepts and packaging structures made so far have immensely improved power modules' capability leading to realization of a nearly full inverter solution integrated within a smart modular housing. This trend is considered to progress sustainability in the future as well bringing in advanced solutions for power conversion systems and, thus, contributing in global efforts on energy saving.

DI Hannes Stahr/AT&S Austria, presented an „Investigation of a power module with double sided cooling using a new concept for chip embedding“ in his invited paper. The embedding technology shows promising potential for power modules in many applications, e. g. in automotive, and due to its advancements with respect to electrical, thermal, reliability performance and space requirements in comparison to conventional SMT solutions. This is demonstrated by an embedded power module for driving a Pedelec, Fig 3. It has been shown that by applying embedding technology the shortest possible interconnections and, therewith, significantly reduced switching losses could be realized.

It can be concluded that 2016 CIPS conference showcased cutting-edge integrated power electronics. Contemporary systems – such as for electromobility, renewable

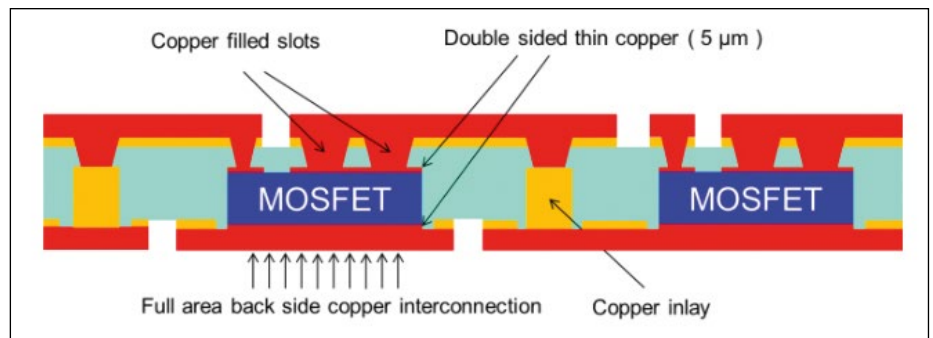


Fig 3: Power Core Half Bridge Packaging Concept



Fig 4: From left to right: Thomas Harder/ECPE, Prof. Dieter Silber/University of Bremen, Prof. Eckhard Wolfgang/ECPE, Prof. Andreas Lindemann/University of Magdeburg, Prof. Leo Lorenz/ECPE.

energy and energy efficiency – will benefit from the reported results of intense research and development.

As in the previous CIPS conference there were two awards:

- The **VDE Best Poster Award** of 1000 € in recognition of an outstanding paper presented in the dialogue session. The award committee selected: Sebastian Kremp, Oliver Schilling, Verena Müller, Infineon Technologies AG, Germany – „Empirical study on humidity conditions inside of power modules under varying external conditions“
- The **ECPE Young Engineers Award** promoting young engineers to present papers at CIPS. The award of 1000 € was given to: Daniel Kearney, Slavo Kicin, Enea Bianda, Andrej Krivda and David Baumann, ABB Corporate Research Centre, Baden-Dättwil, Switzerland – „PCB Embedded Power Electronics for Low Voltage Applications“

Fig 4 page 35. shows the organizing members of the technical program committee.

Figures: (1) Swiss Federal Institute of Technology ETH Zürich, J. Kolar (2) Gourab Majumdar, Takeshi Oi, Tomohide Terashima, Shiori Idaka, Dai Nakajima, Yoichi Goto: Review of Integration Trends in Power Electronics Systems and Devices; CIPS 2016, ETG-Proceedings Nr. 148, VDE-Verlag (3) H. Stahr, M. Morianz, S. Gross, M. Unger, J. Nicolics, L. Böttcher: Investigation of a power module with double sided cooling using a new concept for chip embedding; CIPS 2016, ETG-Proceedings Nr. 148, VDE-Verlag (4) Tilman Weishart Photography

E6.9 Schaltungstechnik für Galliumnitrid-Bauelemente in der Leistungselektronik 7. März 2016, Nürnberg



Prof. Dr.-Ing. Nando Kaminski,
Universität Bremen,
Stv. Leiter FB Q1 „Leistungselektronik und Systemintegration“,
Workshop-Leiter

Im Vorfeld der International Conference on Integrated Power Electronics Systems (CIPS) fand am 7. März 2016 in Nürnberg der Workshop „Schaltungstechnik für Galliumnitrid-Bauelemente in der Leistungselektronik“ statt. Der Fachbereich Q1 „Leistungselektronik und Systemintegration“ hatte den Workshop in ähnlicher Form schon einmal Ende 2013 in Berlin organisiert und konnte mit rund 50 Teilnehmenden dieses Mal deutlich mehr Zuhörer im Maritim Hotel begrüßen.

Galliumnitrid (GaN) ist wie Siliziumkarbid (SiC) ein Halbleitermaterial mit großem Bandabstand. Es eignet sich deshalb vor allem für Anwendungen sowohl mit hohen Spannungen als auch hohen Temperaturen. Zudem ist es ein direkter Halbleiter, so dass optoelektronische Bauelemente relativ einfach zu realisieren sind. Tatsächlich haben GaN-Bauelemente ihr Hauptanwendungsgebiet nach wie vor in der Optoelektronik und der Hochfrequenztechnik und das Marktpotenzial dieser Volumenmärkte hat in den vergangenen Jahren zu einer rasanten Entwicklung der GaN-Technologie geführt. Davon haben auch die Leistungsbaulemente aus GaN stark profitiert, die in immer höhere Leistungsklassen vorstoßen und inzwischen bei mehreren Herstellern kommerziell verfügbar sind. Konsequenterweise arbeiten auch immer mehr Anwender mit GaN-Transistoren und konnten so bereits vielfältige Erfahrungen mit diesen Bauelementen sammeln.

Dabei zeigt sich immer klarer, dass die Applikationen und vor allem auch die für GaN optimalen Schaltungstopologien anders aussehen als bei Silizium und auch SiC. Im Fokus der Anwender stehen neben den klassischen, hartschaltenden Anwendungen, bei denen hauptsächlich die niedrigen Durchlasswiderstände der GaN-Bauelemente genutzt werden, besonders die hohen mit GaN erreichbaren Schaltgeschwindigkeiten bzw. Schaltfrequenzen sowie resonante Schaltungen. Ziel des Workshops war der Austausch der bisher mit GaN-Leistungsbaulementen gemachten Erfahrungen, wobei sowohl Vertreter der Anwenderseite als auch von der Bauelementeseite für Vorträge gewonnen werden konnten.

Im einleitenden Vortrag zeigte Thomas Heckel vom Fraunhofer Institut für Integ-

rierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB) in Erlangen zunächst eine Reihe von Effekten, die bei aktuellen GaN-Transistoren auftreten und einerseits von der noch nicht ausgereiften Technologie der High Electron Mobility Transistors (HEMT) herrühren und andererseits auf die Gehäusestechnologie zurückzuführen sind. Außerdem zeigte er, dass die häufig eingesetzte Kaskodenanordnung, die man verwendet, um den eigentlich selbstleitenden HEMT selbstsperrend zu machen, einen Nachteil mit sich bringt: Die Schalttransienten lassen sich nicht mehr über das Gate beeinflussen und können z.B. leicht zu Oszillationen führen. Die in diesem Vortrag beleuchteten Themenfelder und Herausforderungen wurden dann in den nachfolgenden Vorträgen detaillierter behandelt.

Dirk Kranzer vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg zeigte in seinem Vortrag zwei exemplarische Anwendungen für GaN-Bauelemente. Beim Photovoltaik-Wechselrichter konnte aufgrund der gegenüber kommerziellen, siliziumbasierten Systemen mit 250 kHz sehr viel höheren Schaltfrequenz eine Reduktion auf ein Fünftel des Volumens bei ähnlichem Wirkungsgrad realisiert werden. Es dominierten dabei bereits die netzfrequenzabhängigen Komponenten wie der Zwischenkreiskondensator. Bei einem DC-DC-Wandler mit über 1 MHz Schaltfrequenz stellte sich dagegen das Kernmaterial der Induktivität als begrenzend heraus.

Der dritte Vortrag wurde von François Perraud von der Panasonic Automotive & Industrial Systems Europe GmbH gehalten. Er stellte die Besonderheiten des bisher nur von Panasonic propagierten Gate-Injection-Transistors (GIT) dar. Die Ansteuerung dieser Variante des GaN-HEMT erfordert im eingeschalteten Zustand einen

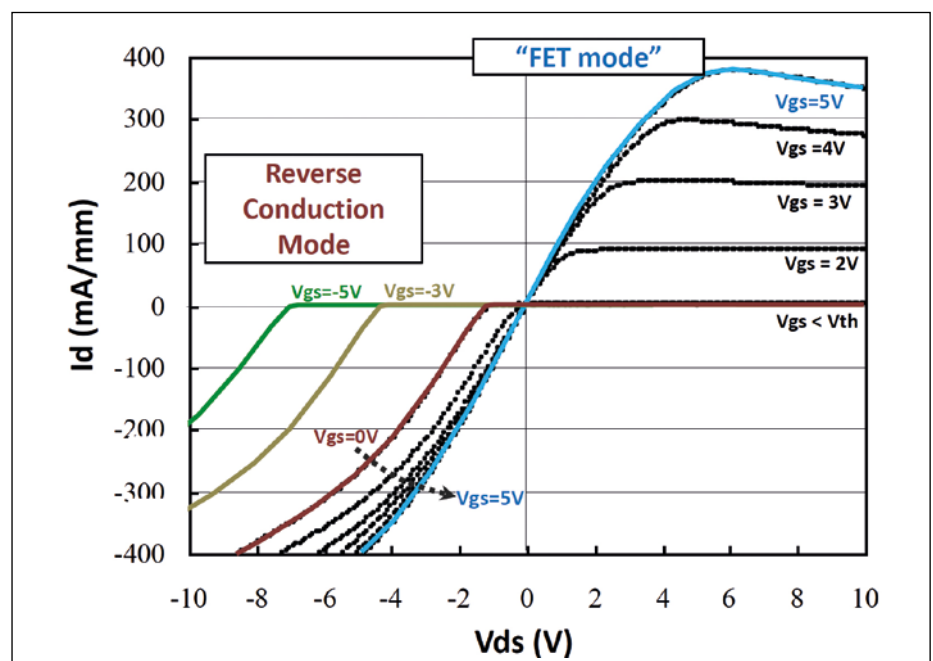


Bild 1: Ausgangskennlinienfeld eines Gate Injection Transistors. Der Transistorbetrieb im ersten Quadranten zeigt typische Transistorkennlinien, während der Inversdiodenbetrieb im dritten Quadranten eigentlich ein Selbstaufsteuern ist und sich von üblichen Diodenkennlinien unterscheidet. (Quelle Panasonic)

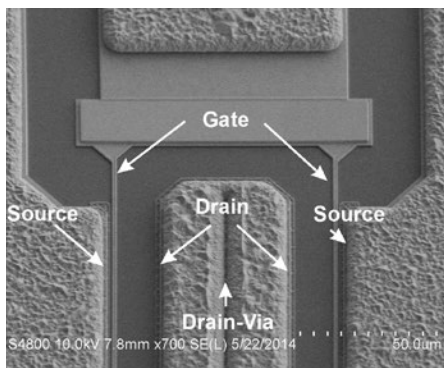


Bild 2: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines quasi-vertikalen GaN-Transistors, dessen aktive Struktur zwar lateral ist, aber beim Drain-Kontakt mit Hilfe von Durchkontaktierungen (via) auf die Chipunterseite geführt wird und so weniger Chipfläche für Leiterbahnen verloren geht. (Quelle Ferdinand-Braun-Institut)

permanenten Gate-Strom, bietet dafür aber eine bessere Steuerbarkeit und so die Möglichkeiten der applikationsspezifischen Ansteuerung. (Bild 1 Seite 36)

Sebastian Klötzer von der Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg, befasste sich in seinem Vortrag mit dem Parallelbetrieb von GaN-Bauelementen, wobei er sich auf die Parallelschaltung von Funktionsgruppen konzentrierte. Dabei zeigte sich, dass die extremen Schaltgeschwindigkeiten entsprechende Anforderungen an die Präzision der Treiberbausteine, insbesondere deren Laufzeiten nach sich ziehen. Zudem ist ein gut symmetrischer Aufbau nötig, um Asymmetrien der Streuinduktivitäten zu vermeiden. Sind diese Randbedingungen erfüllt, lassen sich z. B. durch den interleaved-Betrieb deutliche Vorteile erzielen.

In seinem bauelement- und technologieorientierten Beitrag befasste sich Oliver Hilt vom Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik in Berlin mit den nach wie vor vorhandenen Herausforderungen, die sich auf dem Weg zu höher sperrenden GaN-Bauelementen ergeben. Konkret zeigte er die Einflüsse des Substratmaterials und der Einsatz- bzw. Prüfbedingungen auf die Bauelementeigenschaften, insbesondere auf die dynamische Veränderung des Durchlasswiderstands und auf den Leckstrom in das Grundmaterial. Dabei zeigen sich vor allem bei dem wegen des Kostenvorteils viel gepriesenen GaN auf Silizium noch erhebliche Herausforderungen. Als Ausblick stellte Oliver Hilt dann noch den quasi-vertikalen GaN-HEMT vor, der mit Hilfe von Durchkontaktierungen wahlweise den Drain- oder Source-Strom auf die Chipunterseite leitet und so weniger Chipfläche für Leiterbahnen verbraucht. (Bild 2)

Jan Böcker von der Technischen Universität Berlin untersuchte zunächst das Schaltverhalten von GaN-HEMTs, die als Dioden betrieben werden. Es zeigte sich ein weiteres Mal, dass parasitäre, insbesondere kapazitive Einflüsse auf die Gate-Ansteuerung erhebliche Auswirkungen auf das Schaltverhalten haben. Im zweiten Teil sei-

nes Vortrags behandelte Herr Böcker den durch Trapping-Effekte hervorgerufenen Unterschied zwischen Doppelpulsmessungen, die man zur Charakterisierung verwendet, und dem Dauerbetrieb. Tatsächlich ergeben sich im Dauerbetrieb deutlich schlechtere Durchlasseigenschaften, was in der Auslegung berücksichtigt werden muss und was es bei zukünftigen Bauelementen noch zu beseitigen gilt.

Gerald Deboy von Infineon Technologies Austria AG in Villach zeigte in seinem Vortrag wie die sehr unterschiedlichen Charakteristika von Super-Junction- und GaN-Bauelementen zu anderen Optimierungen führen. Bei hart schaltenden Anwendungen liegen auch für GaN-Bauelemente die optimalen Schaltfrequenzen unterhalb von 100 kHz, während GaN-Bauelemente ihr volles Potential in weich schaltenden Anwendungen und dann Frequenzen im Bereich 1 MHz entfalten. Dabei sind jeweils auch die Gehäuse- und Schaltungs-Layout-essentielle Komponenten bei der Optimierung, insbesondere der Minimierung von Streuinduktivitäten und -kapazitäten, und werden durch den Fortschritt in der Chip-Technologie immer mehr zum begrenzenden Faktor.

Auch Jens Friebe von SMA Solar Technology AG in Niestetal stellte im abschließenden Vortrag dar, wie sich mit Hilfe von GaN-Bauelementen bereits heute Volumenvorteile und trotz der noch höheren Bauteilkosten auch Kostenvorteile für das Gesamtsystem Photovoltaikwechselrichter erzielen lassen. Er zeigte aber auch auf wie hoch die Zuverlässigkeitsanforderungen bei diesen im Freien betriebenen Anlagen sind und dass insbesondere hinsichtlich der Langzeitzuverlässigkeit noch wenig bekannt ist. Ohne deren Nachweis ist aber die Bereitschaft GaN-Bauelemente einzusetzen gering, wobei sich hier ein klassisches Problem offenbart: Ohne Zuverlässigkeitsnachweis kein signifikanter Feldeinsatz und ohne Feldeinsatz kein endgültiger Zuverlässigkeitsnachweis.

Insgesamt spiegelten die Vorträge das rasante Tempo wider, mit dem sich die GaN-Technik derzeit entwickelt und ein immer größeres Spektrum an Möglichkeiten und Vorteilen eröffnet. Es zeigte sich aber auch, dass Silizium sowohl technisch als auch von den Kosten her eine starke Konkurrenz ist und daher nicht jede Anwendung per se von GaN-Bauelementen profitiert. Gleichzeitig wurden auch die durchaus noch bestehenden Herausforderungen im Hinblick auf die Schaltungs- und Zuverlässigkeit thematisiert. Man erwartet hier aber einen erheblichen Fortschritt in den nächsten Jahren. Am Ende der Diskussion war daher die einhellige Meinung der Teilnehmenden, dass der Workshop hilfreich war und in dieser Form in etwa zwei Jahren wieder stattfinden sollte.



E6.10 Life Needs Power – das Energieforum auf der Hannover Messe 25.-29. April 2016

Das Energieforum „Life Needs Power“ hat sich auf der Hannover Messe als die Leitveranstaltung der Energietechnik etabliert und wurde in diesem Jahr wieder maßgeblich gestaltet von der ETG und mit besonderen Erfolgen:

- Mit insgesamt 3.680 Besuchern an den fünf Veranstaltungstagen konnte eine Steigerung von 43% gegenüber dem Vorjahr erzielt werden.
- Mit Dr. Elizabeth Sherwood-Randall, stellvertretende Energieministerin aus dem Messe-Partnerland USA, Maroš Šefčovič, EU-Kommissar für die Energieunion, Stefan Wenzel, dem niedersächsischen Minister für Umwelt, Energie und Klimaschutz sowie Michael Schultz und Dr. Dorothee Mühl, beide BMWi, sprachen sich außergewöhnlich viele politische Vertreterinnen und Vertreter für einen Auftritt bei Life Needs Power aus.

Aber auch das „technische“ Programm konnte sich sehen und hören lassen.

Digitalisierung wird passieren

Ob Smart Grids, Smart Cities, Smart Home oder Smart Mobility – die Digitalisierung vollzieht sich derzeit in allen Bereichen. Ihre Folgen für die Energiewelt war deshalb ein zentrales Thema von „Life Needs Power“.



Rechts: Maroš Šefčovič, EU-Kommissar für die Energie-Union. Links: Tagesmoderatorin Dr. Annette Niefeld, Geschäftsführerin Forum für Zukunftsenrgien.

Wie durch Digitalisierung ein signifikanter kommerzieller Nutzen erzielt, aber auch Risiken begrenzt werden können, war Inhalt von Vorträgen und Podiumsdiskussionen am Forumsmontag.

Flexibilitäten im Netz erhalten

Flexibilisierung war ein weiteres zentrales Thema. Während wir in der Vergangenheit unseren schwankenden Stromverbrauch durch eine bedarfsgerechte Erzeugung ausgeglichen und so für Systemstabilität gesorgt haben, werden wir in Zukunft Schwankungen in der Bereitstellung von elektrischer Energie durch Systemflexibilität ausgleichen müssen. Wie wir das am besten machen, ob durch flexible Erzeuger, Netzausbau, Speicher, flexible Lasten oder durch Kopplung verschiedener Energieträger, wurde von namhaften Experten und Expertinnen von Montag bis Donnerstag präsentiert und diskutiert.

Sektorkopplung ist eine Flexibilitäts-option

Bei der Sektorkopplung geht es um „Efficiency first“ und um „Dekarbonisierung“, so Dr. Dorothee Mühl, Referatsleiterin im BMWi in ihrem Impulsvortrag zur Podiumsdiskussion Sektorkopplung. Die Technik ist vielfach schon da, die Herstellung von gleichen Wettbewerbsbedingungen für die unterschiedlichen Flexibilitätsoptionen ist aber immer noch eine der großen Herausforderungen.

Batteriespeicher sind auch eine Flexibilitätsoption

Prof. Jochen Kreuzel sieht bei den Batteriespeichern einen Wandel hin zu einem Konsumgüter-Investitionsverhalten – „will ich haben“, war seine kurze und knappe Zusammenfassung.

In der folgenden Podiumsdiskussion war sich Gunnar Wrede von Younicos ziemlich sicher, dass Batteriespeicher eher zur Flexibilisierung des Gesamtsystems eingesetzt werden, als zur Überbrückung der Dunkelflaute im Winter oder als saisonaler Energiespeicher.

Digitalisierung und Energiewende gehen in unseren Städten Hand in Hand

Wie sieht es mit der Energiewende in unseren Städten aus? Der Ausbau der Erneuerbaren findet ja überwiegend auf dem Lande statt. Der Forumsfreitag stand daher ganz im Zeichen der „Urbanisierung“ der Energiewende.

Für Frau Dr. Berit Wessler von Osram ist städtische Beleuchtung in Zukunft mehr als nur Licht. Sicherheit, Vernetzung und Kommunikation gehören künftig mit dazu. Routenplanung in Abhängigkeit von der Luftqualität und Inhouse-Navigation, die im Parkhaus das Fahrzeug zum zuvor reservierten Stellplatz führt, sind für Thomas

Langkabel von Microsoft Deutschland Mehrwertdienste der Digitalisierung in unseren Städten. Für Dr. Hans-Wolf Zirkwitz, Leiter des Amts für Umweltschutz der Landeshauptstadt Stuttgart, steht die klimaneutrale Stadt an oberster Stelle.

Bevölkerungswachstum ist wesentlicher Faktor für eine erfolgreiche Dekarbonisierung

Schließlich durfte auch der Blick auf die globalen Energiemärkte und den Klimaschutz nicht fehlen. Bei der Primärenergiebereitstellung spielen Erneuerbare Energien weltweit zwar noch eine eher untergeordnete Rolle. Wirtschaftlichkeit und Unabhängigkeit von Rohstoffpreisen werden aber in Zukunft zu den wichtigsten Treibern für den Umstieg auf Erneuerbare gehören. Beiträge unter anderem aus dem Messe-Partnerland USA gaben Einblick in Investitionen in die Energiewelt von morgen. „Wesentlicher Faktor ist ein moderates Bevölkerungswachstum, wenn die Dekarbonisierung gelingen soll“, so Prof.

Karl Rose vom World Energy Council in seinem Vortrag am Montag.

Elektrisierende Zukunft

Und das war neu: Studierende und Berufseinsteiger des VDE YoungNet stellten im Rahmen eines interaktiven Forums ihre Gedanken und Ideen zur Energiewende vor. Highlight war eine Online-Befragung, an der sich die Forumsbesucher anonym beteiligen konnten.

Das Programm von Life Needs Power 2016 sowie die Vorträge finden Sie hier: www.life-needs-power.de/programm-2016/

Wie geht es weiter? Digitalisierung, Vernetzung, Cyberphysische Energiesysteme, Zusammenwachsen von Energiewende und Industrie 4.0 und vieles mehr werden Themen bei Life Needs Power 2017 sein. Ich lade Sie hierzu schon jetzt recht herzlich ein.

Ihr Dr. Thomas Benz
Geschäftsführer ETG



Podiumsdiskussion „Energy Storage – Key of the European Energy Union?“.

Teilnehmer (v.l.): Stefan Wenzel, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Alex Molinaroli, Johnson Controls, Maroš Šefčovič, EU-Kommissar für die Energie-Union, Dr. Kurt-Christian Scheel, Bosch (Moderation).



Dr. Elizabeth Sherwood-Randall, U. S. Department of Energy, wird vom Tagesmoderator Dr. Thomas Benz, Geschäftsführer ETG, begrüßt.



Podiumsdiskussion „Flexibilitätsoption Netzausbau – Potenziale und Perspektiven der Übertragungstechnik“.
Teilnehmer (v.l.): Prof. Jutta Hanson, TU Darmstadt, Dr. Urban Keussen, Tennet TSO, Dr. Werner Neumann, BUND, Michael Schultz, BMWi, Dr. Martin Schumacher, ABB, Prof. Matthias Luther, Universität Erlangen (Moderation).



Podiumsdiskussion „Meine Stadt 2050 – Wie sieht die Energiewende in unseren Städten aus?“.
Teilnehmer (v.l.): Thomas Langkabel, Microsoft, Dr. Karl-Peter Thelen, ENGIE Deutschland, Dr. Berit Wessler, Osram, Dr. Hans-Wolf Zirkwit, Landeshauptstadt Stuttgart, Dr. Annette Nietfeld, Forum für Zukunftsenergien (Moderation).



Prof. Markus Zdrallek, Bergische Universität Wuppertal, bei seinem Vortrag „Kopplung von Strom- und Gasnetzen mit Power-to-Gas“.



Frau Dr. Dorothee Mühl, BMWi, bei ihrem Vortrag „Sektorkopplung – welche Ziele und Maßnahmen verfolgt die Politik?“



Podiumsdiskussion „Batteriespeicher – Realität überholt Prognosen“.
Teilnehmer (v.l.): Felix Jedanzik, Next Kraftwerke, Dr. Jens Kanacher, RWE Group Business Services, Prof. Dirk Uwe Sauer, RWTH Aachen, Dr. Frank Spennemann, Daimler, Gunnar Wrede, Younicos, Prof. Jochen Kreisel, ABB (Moderation).



Interaktives Forum „Elektrisierende Geschichten über die Zukunft“ des VDE YoungNet.
Moderation (v.l.): Johanna Stürmer, Ramon Hein.

E6.11 VDE YoungNet im Life Needs Power Forum auf der Hannover Messe



Johanna Stürmer
VDE YoungNet



Florian Rewald
VDE YoungNet

„Elektrisierende Geschichten über die Zukunft“ lautete das Beitragsthema des VDE YoungNet im Rahmen des Life Needs Power Forums auf der diesjährigen Hannover Messe. Studierende und Young Professionals waren in Form eines Wettbewerbs des VDE YoungNet aufgerufen, ihre Vision einer nachhaltigen und effizienten Energieversorgung in 2050 während eines 15-minütigen Vortrags vorzustellen und anschließend mit den Messebesuchern zu diskutieren. Dafür erhielten die Gewinner des Wettbewerbs, Cornelius Biedermann, Studierender an der TU Braunschweig, und Stephan Diekmann, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Hochspannungstechnik und elektrische Energieanlagen, TU Braunschweig, ein Preisgeld von jeweils 250 €.

Die Moderatoren des Beitrags waren die ehrenamtlichen YoungNet Sprecher Ramon Hein und Johanna Stürmer. (Bild 1)

In einem Dialog griffen die Moderatoren die in der Bevölkerung herrschende Unsicherheit über die Energiewende und die Energieversorgung in 2050 mit einigen provokanten Überschriften deutscher Medien auf. Danach führten die Gewinner ihre Vision einer nachhaltigen Energieversorgung aus. Zwischen den Präsentationen der Vortragenden Preisträger stellten die Moderatoren die Relevanz von visionärem Denken anhand der Energiewende und der Entwicklung des ersten Apple Computers „Lisa“ hin zum iPhone 6 dar. Abgerundet wurde der Beitrag des VDE YoungNet mit einer Fragen- und Diskussionsrunde.

Eine Besonderheit der Veranstaltung war die Interaktion der Zuschauer mit den Referenten und Moderatoren über eine Webplattform. Darüber konnte im Laufe des Vortrags ein Meinungsbild des Publikums gewonnen und anschließend anonym Fragen gestellt werden. So bekamen die Vortragenden eine direkte Rückmeldung aus dem Publikum und zugleich war für die einzelnen Abstimmenden der Umfragen zu sehen, wie stark ihre Position unter den restlichen vertreten war.

Die Visionen der beiden Referenten über die zukünftige Energieversorgung waren sehr unterschiedlich. Während Cornelius Biedermanns Vision ein breites Spektrum



Bild 1: von links: Cornelius Biedermann, Johanna Stürmer, Stephan Diekmann, Ramon Hein

an Ideen und Gedanken zur Energieversorgung in 2050 lieferte, konzentrierte sich Stephan Diekmann auf den Teilaspekt des innovativen Gebäudemanagements für die Energiewende.

Cornelius Biedermann deckte mit seiner Vision die Bereiche Marktwirtschaft, Energieerzeugung und -nutzung sowie Mobilität ab. Er berichtete von seiner Vision, dass sich im Jahr 2050 die größten 10.000 Unternehmen der Welt zusammengeschlossen haben und den kompletten Markt des planbaren Konsums beherrschen. Produkte würden nur bei Bedarf der Verbraucher hergestellt. Nach seiner Vorstellung könnten so Überproduktionen vermieden werden, was auch in einem Zusammenhang zur Industrie 4.0 gesehen werden könne. Zudem würden Güter nur aus recycelbaren Ressourcen hergestellt und für die „Ewigkeit“ geplant. So könne der Energiebedarf der Industrie gesenkt werden. Die Energieerzeugung erfolgt hauptsächlich über

regelleistungsfähige Solar- und Windkraftanlagen mit Unterstützung von Wasser-, Gas- und Pumpspeicherkraftwerken sowie Biogasanlagen. Weiterhin erfolge die Energieabnahme der smarten industriellen und privaten Verbraucher zeitgleich mit der Energieerzeugung. Die Energieübertragung könne in einer Kombination aus Wasserstoffpipelines und Übertragungsnetzen mit Unterstützung einiger supraleitender Kabel realisiert werden.

In Cornelius Biedermanns Vision werden Autos mit Verbrennungsmotoren durch Elektroautos ersetzt, Reisen mit bis zu 3000 km Entfernung werden mit Magnetschwebbahnen durchgeführt, deren Energiebedarf komplett durch erneuerbare Energieträger gedeckt wird. Flüge finden nur noch interkontinental statt und Reisewünsche erstellt ein Algorithmus als Prognose, sodass Flugzeuge und Bahnen immer mit einer optimalen Größe verkehren. (Bild 2)



Bild 2: Cornelius Biedermann stellt seine Vision vor

Die Meinungen des Publikums über diese Thesen, die über das Interaktionstool abgefragt wurden, gingen stark auseinander, sodass es zur Diskussion der einen oder anderen kontroversen Frage kam.

In Stephan Diekmanns Vorstellung ging es um den Teilaspekt des Gebäudemanagements zur zukünftigen Energieversorgung. Sein Beitrag basiert auf Inhalten des Forschungsprojektes BASIS (Building Automation with a Scalable and Intelligent System), welches vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert wird und mit acht weiteren Projektpartnern einen Beitrag zur Entwicklung einer neuen Gebäudetechnik leistet. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Hochspannungstechnik und elektrische Energieanlagen der Technischen Universität Braunschweig beschäftigt sich Stephan Diekmann im Rahmen des Forschungsprojektes mit Energiemanagement. Ziel des Projekts sei es, ein Energiemanagementsystem zu entwickeln und zu optimieren, welches einen Bruchteil des Energiebedarfs und der Anlagengröße von heutigen Managementsystemen hat. Das an der TU Braunschweig entwickelte SmallCan Bus System bildet die Basis der technischen Umsetzung und soll die Aspekte Heizung, Klima, Licht, Sicherheit, betreutes Wohnen, Energiemanagement und Smart Home berücksichtigen. Situationsabhängig solle das Energiemanagement des SmallCan Bus Systems auf nachstehende Instrumente zugreifen können. Für den Fall der größeren Erzeugung gegenüber des Verbrauchs seien eine Erhöhung des Verbrauchs, eine Einspeicherung, eine Einspeisung ins Netz oder eine Verringerung der Erzeugung vorstellbar. In der gegenteiligen Situation seien Maßnahmen wie eine Verlagerung des Verbrauchs, eine Ausspeicherung, ein Bezug aus dem Netz oder eine Erhöhung der Erzeugung denkbar. Dabei solle der Optimierungsprozess des Energiemanagements mit äußeren Einflussfaktoren erfolgen. Abgerundet wurde der Vortrag mit Einblicken in schon existierende Demonstrator-Wohnungen.

Die Frage nach der Datensicherheit eines solchen Managementsystems beschäftigte die Zuhörer sehr. Eine der interaktiven Publikumsfragen hierzu ergab, dass die Mehrheit zwar bereit sei, für mehr Komfort mehr Daten preiszugeben, aber keinesfalls zu einem „öffentlichen gläsernen Verbraucher“ werden wolle.

Zum Schluss ließen es sich die Moderatoren nicht nehmen, das Publikum um ein Feedback über die Interaktionsmöglichkeiten zu bitten. Die Ergebnisse dieser letzten Umfrage zeigten, dass diese Form der Interaktion gut ankam. Die Mitglieder des VDE YoungNet hoffen, Veranstaltungen dieser Art zu etablieren und auch in Zukunft einen Beitrag zur Diskussion über die zukünftige Energieversorgung liefern zu können.

I: INTERNATIONALES



I1 Aktuelle Informationen aus dem Deutschen Komitee der CIGRE



*Dr. Martin Schumacher
ABB AG,
Mitglied des Vorstands,
Vorsitzender des Deutschen
Komitees CIGRE beim VDE*

Personaliter

In Abstimmung mit dem Vorsitzenden Herrn Dr. Martin Schumacher und den Mitgliedern des DK-CIGRE wird die deutsche Vertretung im Admin Council und im Steering Committee von Herrn Dr. Klaus Kleinkorte für eine weitere Periode fortgeführt.

Zur Paris Session 2016 steht die Wahl des Präsidenten in Nachfolge für Herrn Prof. Klaus Fröhlich an. Klaus Fröhlich kann nach vier Jahren Amtszeit nicht erneut kandidieren. Die folgenden drei Mitglieder des Admin Council haben ihre Kandidatur für das Amt des Präsidenten mitgeteilt:

- Clark Gellings, USA
- Mohamed Rashwan, Canada
- Rob Stephen, South Africa

Ebenfalls neu zu wählen ist der Treasurer, da Richard Bevan mitgeteilt hat, dass er dieses Amt nicht um weitere zwei Jahre verlängern möchte. Die folgenden beiden Kollegen haben ihre Kandidatur für diese Funktion mitgeteilt:

- Michel Augonnet, France
- Kresimir Bacic, Serbia

Der Chairman des Technical Committee, Herr Mark Waldron, hat seine Bereitschaft erklärt, diese Position für weitere zwei Jahre fortzuführen. Hier findet daher satzungsgemäß keine Wahl statt.

General Assembly in elektronischer Form am 30. Juni 2016

Durch die jüngsten Änderungen der französischen Gesetzgebung muss der Verband CIGRE nun jeweils in der ersten Jahreshälfte eines Jahres eine General Assembly einberufen, um den Jahresabschluss des Vorjahres zu beschließen. Dazu wurde be-

reits durch eine außerordentliche General Assembly im Dezember 2015 eine entsprechende Satzungsänderung beschlossen und zugleich die Umsetzung durch elektronische Abstimmung ermöglicht. Im Juni 2016 werden nun formal zwei Mitgliederversammlungen durch elektronische Abstimmung durchgeführt werden. Zum einen muss der Abschluss für die Jahre 2013 - 2014 beschlossen werden, bevor der Jahresabschluss 2015 bewilligt werden kann. Alle Mitglieder sind hierzu fristgerecht informiert worden. Wir bitten an dieser Stelle um eine breite Beteiligung.

CIGRE Technical Committee Meeting in Berlin

Vom 15. bis 17. März 2016 war das Technical Committee (TC), das technische Führungsgremium der CIGRE, zu Gast beim Deutschen Komitee CIGRE in Berlin. In einer zweitägigen Sitzung diskutierten die international amtierenden und nachfolgenden Vorsitzenden der 16 Studienkomitees unter Leitung des TC Vorsitzenden Mark Waldron strategische und technische Fragestellungen für die weitere Entwicklung der CIGRE. Ein wichtiges Thema ist der weltweit zu gestaltende Umbau des Energiesystems, bei dem das Zusammenspiel der verschiedenen Akteure auf Übertragungs- und Verteilnetz-Ebene sich auch in den Arbeitsgruppen und Symposien der CIGRE wiederfindet. Zudem soll der Kontinent Afrika mit seinen besonderen Herausforderungen stärkere Beachtung erhalten. Neben den mittel- und langfristigen Themen bereitete das TC die nächste CIGRE Session im August 2016 vor.

Zum „Official Dinner“ lud das Deutsche Komitee CIGRE, vertreten durch den Vorsitzenden Dr. Martin Schumacher, in einen Gewölbekeller am Hackeschen Markt ein. Energiewende erleben konnten die Experten am 17. März 2016 bei der Technical Tour unter Führung von Dr. Yvonne Sassnick in der Leitwarte des TSOs 50Hertz und bei Enertrag, dem Betreiber des „Windkraftwerks Uckermark“ mit einer installierten Leistung von 380 MW.

Die Mitglieder des TC bedankten sich herzlich beim DK CIGRE für die Gastfreundschaft und interessanten Einblicke in den Umbau des Energiesystems in Deutschland. Derzeit ist Deutschland mit den drei Studienkomitee-Vorsitzenden Joachim Vanzetta (C2), Dr. Britta Buchholz (C6), und Prof. Dr. Josef Kindersberger (D1) im Technical Committee vertreten.

Aktuelle Informationen aus dem Young EnergyNet (YEN)

Die Mitgliederzahlen des Young EnergyNet (YEN) steigen stetig. Die Einführung eines speziellen Angebots für Studierende (YEN4Students), welches eine kostenlose CIGRE Mitgliedschaft beinhaltet, wird sehr

gut angenommen. Seit der Einführung dieser Mitgliedschaftskategorie im Jahr 2015 haben sich bereits mehr als 50 Studierende dafür registriert. Das Angebot für Berufseinsteiger und Doktoranden (YEN4YPros) umfasst weiterhin die Möglichkeit, aktiv in den Arbeitskreisen der CIGRE mitzuwirken und wird von ca. 60 Jungmitgliedern genutzt. Damit gehört unsere deutsche Nachwuchsinitiative zu den international erfolgreichsten. Um den Informationsfluss zu den Mitgliedern zu verbessern, hat das YEN einen Newsletter eingeführt, der alle Mitglieder mit für sie relevanten Themen aus dem CIGRE Netzwerk, den aktuellen Call for Experts und Veranstaltungsterminen versorgt.

CIGRE Session 2016 in Paris

Vom 21. bis 26. August findet in diesem Jahr wieder die CIGRE Session im Palais des Congrès in Paris statt. Im Laufe der einwöchigen Veranstaltung wird ein wie immer breit gefächertes und „hochspannendes“ Programm für alle Experten der Energiebranche geboten. Detaillierte Informationen über Programm, Anmeldung und Hotelreservierung finden Sie auf der Homepage der CIGRE www.cigre.org.

Als schöne Tradition für die deutschen Teilnehmer an der Konferenz hat sich in den vergangenen Jahren der Empfang in der Deutschen Botschaft etabliert. Aufgrund umfangreicher Renovierungs- und Sanierungsarbeiten im Kanzleigebäude der Botschaft steht diese Räumlichkeit allerdings auch in diesem Jahr leider nicht zur Verfügung. Das Deutsche Komitee der CIGRE hat sich deshalb dazu entschlossen, den Empfang in einer anderen Lokalität auszurichten. Er findet am **Dienstag, 23. August 2016**, im Restaurant „Maison Blanche“ (<http://maison-blanche.fr>) statt. Weitere Einzelheiten hierzu werden rechtzeitig bekanntgegeben.

Ebenfalls im Rahmen der CIGRE Session wird es eine Reihe von Aktivitäten der CIGRE Young Member geben. Beispielsweise wird ein Young Member Forum (Mittwoch, 24. August von 12:30 bis 14:15 Uhr) unter der Koordination des deutschen Young EnergyNet veranstaltet, welches über die Internationalität und Vielfältigkeit der CIGRE und deren Jungmitglieder sowie über internationale Ansätze der Jungmitgliederintegration informiert. Während der Session werden die CIGRE Young Members auf einem Messestand einen Treffpunkt für internationale Jungmitglieder einrichten und allen Delegierten für Fragen und Diskussionen zur Verfügung stehen.

14. CIGRE/CIRE D Informationsveranstaltung 2016

Die diesjährige Infoveranstaltung wird am 24. Oktober 2016, 14.00 Uhr, im Dorint Hotel Pallas in Wiesbaden stattfinden. Es

ist geplant, dies zum regelmäßigen Veranstaltungsort zu machen, da sich sowohl die Örtlichkeit als auch die gute Erreichbarkeit im Jahre 2013 sehr bewährt haben. Das Programmkomitee hat bereits seine Arbeit aufgenommen, so dass wir uns wieder auf ein interessantes Programm und einen spannenden Erfahrungsaustausch freuen dürfen.

Übersicht über anstehende CIGRE-Veranstaltungen/Symposia

46. CIGRE-Konferenz in Paris, Frankreich, 21.-26.8.2016

14. CIGRE/CIRE D-Informationsveranstaltung, Wiesbaden, 24.10.2016



12 Aktuelles aus CIRE D

Sehr geehrtes ETG-Mitglied,

der diesjährige Workshop der CIRE D findet im Juni in Helsinki statt. Zwei Tage lang beschäftigen sich Techniker aus Industrie, Forschung und Netzbetrieb mit den Heraus-

forderungen und Möglichkeiten moderner Verteilnetze. Unter dem Motto „Electrical networks for society and people“ werden die Wechselwirkungen zwischen neuer Technik, Versorgungsaufgaben und Dienstleistungen beleuchtet.

Drei Themenblöcke werden auf der internationalen Konferenz behandelt:

- Verteilnetzbetreiber als Partner der Smart Cities
- Berücksichtigung der Resilience von Verteilnetzen bei Planung und Betrieb
- Neue Kunden- und Energie-Dienstleistungen für flexible und effiziente Nutzung.

Aus Deutschland sind 36 Abstracts eingereicht worden, von denen 27 als Paper zur Konferenz angefordert wurden. Die Verteilung auf die Themen zeigt einen klaren Schwerpunkt beim Thema Resilience mit 21 Beiträgen, wogegen die anderen beiden Themen nur jeweils drei Beiträge brachten.



*Theodor Connor, Siemens AG,
Vorsitzender des Deutschen
Komitees der CIRE D bei der
ETG*

GLASGOW, SCOTLAND
12-15 JUNE 2017

The 24th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution

Europe's leading international conference & exhibition on power distribution engineering

Call for Papers

CIRE D WORKSHOP

Electrical networks for society and people

SCANDIC MARINA CONGRESS CENTER | HELSINKI, FINLAND | 14-15 JUNE 2016

Das Interesse an den deutschen Beiträgen zeigt sich an der Tatsache, dass ein Paper zur Oral-Session eingeladen wurde.

Das DK CIRED hat in den letzten Monaten einen weiteren Zulauf von Mitgliedern erfahren, so dass jetzt 33 Kolleginnen und Kollegen aus Versorgungsunternehmen, Universitäten, Instituten und von Herstellern zusammenarbeiten. Eine Umfrage unter den Mitgliedern der Working Groups (WG, JWG) und den Session Advisory Groups (SAG) ergab sehr erfreuliche Rückmeldungen, so dass auch ein Anwachsen dieser Aktivitäten zu erwarten ist.

Das deutsche Komitee hat sich im laufenden Jahr mit der Vorbereitung der Konferenz 2017 beschäftigt. Es wurden Themen gesammelt, die in den „Call for Papers“ eingeflossen sind, der im April veröffentlicht wurde. Er enthält neben der detaillierten Darstellung der technischen Themen in den bekannten sechs Gruppen eine Übersicht, die einem Autor eine einfache und schnelle Zuordnung seines vorgesehenen Themas zu einer Session ermöglichen soll. Jetzt besteht die Möglichkeit für alle Interessierten, bis zum 5. September 2016 einen Abstract einzureichen. Danach werden sich sowohl das deutsche Komitee als auch das technische Komitee von CIRED mit den Vorschlägen befassen und in einem Auswahlverfahren die einzuladenden Autoren ermitteln. Die fertigen Aufsätze werden dann bis zum 16. Januar 2017 erwartet.

Den vollständigen Call for Papers sowie den Zugang zur Registrierung eines Abstracts finden sie unter: www.cired-2017.org

Inzwischen laufen die Vorbereitungen für die 14. gemeinsame Informationsveranstaltung von CIGRÉ und CIRED, die am 24. Oktober 2016 in Wiesbaden unter dem Motto „Innovationen zur Integration der Erneuerbaren“ stattfinden wird. In diesem Jahr wird neben dem Einblick in aktuelle technische Herausforderungen und die Ergebnisse der Gremienarbeit im Rahmen der Veranstaltung der ETG-Literaturpreis für herausragende wissenschaftliche Veröffentlichungen und der Herbert-Kind-Preis für überdurchschnittliche Studienleistungen feierlich übergeben.

Ihr
Theodor Connor / Dr. Roland Drewek

13 Erneuerbare Energien als Entwicklungshelfer für Mapuche Indios



Elena Fuhr,
elenamfuhr@gmail.com

Kurzportrait – Elena Fuhr

Nach meinem Studium der VWL und Internationalen Beziehungen in Deutschland, Spanien und England bin ich nun wieder in meine Heimatstadt München zurückgekehrt. Vor und während des Studiums hatte ich die Möglichkeit, an einer Reihe von eindrucksvollen Projekten in Afrika und Lateinamerika mitzuarbeiten. Dabei war ich immer wieder von der Hingabe vieler engagierter Menschen beeindruckt, die durch ihr Engagement viele kleine Wunderwerke vollbracht haben. Ich möchte nun meine eigene Initiative in die Tat umsetzen und mich für eine Verbesserung der tragischen Situation der Mapuchebauern in Chile einsetzen. Dafür widmete ich letztes Jahr meine Masterarbeit der Entwicklung eines Modells, dessen Ziel es ist, den Mapuchegemeinden eine soliden Subsistenzwirtschaft zu ermöglichen und Wege hin zu einer Ertragswirtschaft einzuleiten. Besonders wichtig war es mir, die Bauern dabei aber nicht von ihrer Kultur und ihrem traditionellen Wissen zu entfremden. Ganz im Gegenteil. Ziel soll es sein, dass die Anwendung neuer Technologien und Erkenntnisse es den Mapuche ermöglicht, mit ihren herkömmlichen Tätigkeiten genügend Einkommen zu generieren, um ihre Existenz selbständig sichern zu können.

Mit dem Abschluss meines Masters im September 2015 ist die theoretische Ausarbeitung dieses Modells abgeschlossen, und ich arbeite nun zusammen mit der Spanda Stiftung daran, die Finanzierungsmöglichkeiten zu finden, um diese Idee in einem Pilotprojekt mit den ersten acht ausgewählten Gemeinden zu realisieren.

1 Hintergrund

Dieses Projekt unterstützt die Ureinwohner Chiles, das Mapuche Volk. Die Geschichte der Mapuche ist die eines indigenen Volkes, das über Jahrzehnte unterdrückt wurde. Von ihrem angestammten Besitz enteignet und von ihren Ländern vertrieben, leben sie heute größtenteils in verarmten, ländlichen Gemeinden im Süden Chiles.

Ihr Einkommen sichern sich die Mapuche mit der Herstellung traditioneller Naturmedizin, Holzarbeiten, Weben, Nähen, Sil-

ber- und Goldschmiedearbeiten. Sie sind bekannt für ihr handwerkliches Geschick, arbeiten jedoch vorwiegend in mühsamer Handarbeit, sodass sie nur sehr wenig produzieren. Daneben bewirtschaftet jede Familie ein kleines bis mittelgroßes Stück Ackerland, um ihren Bedarf an Grundnahrungsmitteln zu decken. Manche Familien erwirtschaften Überschüsse, so dass sie durch deren Verkauf ein zusätzliches Einkommen erzielen. Bei den meisten Familien reichen die Erträge hierfür jedoch nicht aus.

Die überwiegende Subsistenzwirtschaft und der damit einhergehende Dauerzustand mangelnder Ressourcen zementieren den Zustand der Unterentwicklung in den Gemeinden. Ohne Einkommen ist es den Gemeinden nicht möglich, die Investition für produktivitätssteigernde Hilfsmittel aufzubringen. Wenn sie jedoch ihre Erträge nicht steigern, bleiben sie im Teufelskreis der Subsistenzwirtschaft und damit ihrer Armut gefangen.

Ganz aktuell fügt sich den bestehenden Schwierigkeiten noch eine weitere Problematik hinzu: Das einst artenreiche Ökosystem der Mapucheheimat verwandelt sich mit fortschreitendem Klimawandel zusehends in eine ausgetrocknete und unfruchtbare Brachlandschaft. Den kleinbäuerlichen Familien entzieht sich damit die Grundlage ihrer Erwerbstätigkeit und droht damit, die Gemeinden zur Aufgabe ihres traditionellen Daseins und zur Abwanderung in städtische Regionen zu zwingen.

Die primären Probleme sind gemäß der eigenen Einschätzung der betroffenen Gemeinden die folgenden drei Punkte:

I) Das Fehlen von technischen Hilfsmitteln

Da ihnen schlicht die finanziellen Mittel fehlen, benutzen die Mapuche sowohl für ihre handwerklichen als auch für ihre landwirtschaftlichen Tätigkeiten nur wenige, sehr einfache Werkzeuge und technische Hilfsmittel, weswegen viele Produktionsschritte in enorm arbeits- und zeitintensiver Handarbeit verrichtet werden.

II) Wasserdefizit

Die Trockenzeit des chilenischen Sommers hat sich innerhalb der letzten Jahre ungewöhnlich stark verschärft, womit eine extreme Wasserknappheit zur Hauptsorge der Farmer geworden ist. Die Trinkwasserversorgung der Gemeinden wird mittlerweile von Wassertankern gedeckt, die die Gemeinden im Sommer sporadisch beliefern. Für die Bestellung der Äcker und Gärten reicht das Wasser jedoch oft nicht aus und so gehen Erträge weiter zurück.

III) Mangelnde Stromversorgung

Zu guter Letzt erschwert sich die Situation durch die mangelhafte Stromversorgung der Gemeinden. Stromausfälle schränken

Hausarbeit und Handwerk besonders im Winter ein, wenn die Elektrizität häufig über Stunden ausbleibt. Die Folge sind verkürzte Arbeitszeiten und ein eingeschränkter Einsatz von stromabhängigen Hilfsmitteln, ein weiteres Mal zu Lasten der Produktionsmöglichkeiten der Mapuchefamilien.

2 Das Projekt

Die Initiative „Mapuche Chapter“ (MC) wurde ins Leben gerufen, um den Mapuche Gemeinden zu ermöglichen, ihre kleingewerblichen Tätigkeiten produktiver und müheloser zu gestalten. Ziel ist es, dass sich die Gemeinden langfristig wieder selbst versorgen, dass sie ihre kulturelle Identität bewahren und den Abwanderungsdruck auf die junge Bevölkerung mindern können. Ganz konkret soll dies erreicht werden durch

- Bereitstellung von individuellen, produktivitätssteigernden Hilfsmitteln für die handwerklichen bzw. landwirtschaftlichen Tätigkeiten der Teilnehmer
- Schaffung von Möglichkeiten zur lokalen Stromerzeugung
- Errichtung von nachhaltigen Weiterbildungs- und Finanzierungsmöglichkeiten

Nachhaltigkeit

Das MC Projekt hat zum Ziel, die Mapuche Gemeinden dazu zu befähigen, die Entwicklung ihrer Gemeinden auf lange Frist selbstständig vorantreiben zu können. Um dies zu gewährleisten, wird besonderer Wert auf die folgenden zwei Punkte gelegt. Erstens, ein beteiligungsorientierter Ansatz, bzw. "bottom-up approach": Um den Gemeinden eine aktive Mitwirkung an dem Projekt zu ermöglichen, werden die Teilnehmer von Anfang an in die Projektgestaltung und in den Implementierungsprozess miteingebunden. Nach und nach kann so ihr Verantwortungsbereich ausgebaut werden, sodass das Projekt zu guter Letzt vollständig in die Hände der Gemeinde übergeben werden kann. Geeignete Projektteilnehmer werden deshalb speziell geschult, um die Kompetenzen und Kenntnisse für diese zukünftige Verantwortung aufzubauen. Darüber hinaus wird es neben diesen gezielten Schulungen weitere Bildungsmöglichkeiten geben, die von allen Projektteilnehmern genutzt werden können. Der Fokus wird hierbei darauf liegen, unternehmerische Fähigkeiten auszubauen und zusätzliches Wissen für eine effektive und nachhaltige Landnutzung zu vermitteln.

Zweitens, finanzielle Inklusion: Es soll den Projektteilnehmern ermöglicht werden, ihre unternehmerischen Tätigkeiten auch in Zukunft zu entwickeln und auszuweiten. Es muss deshalb sichergestellt werden, dass sinnvolle Projekte nicht mehr an fehlenden Finanzierungsmöglichkeiten scheitern.



Um diese Schwierigkeit zu überwinden, wurde ein Modell für einen kollektiven Unterstützungsfond entwickelt. Gespeist wird dieser Fond aus einem Anteil der Erträge, die die Teilnehmer in Folge ihrer verbesserten Produktionsmethoden erwirtschaftet haben. Die Mittel des entstehenden Fonds können in der Folge von weiteren Gemeindegliedern genutzt werden, die ihre unternehmerischen Tätigkeiten umsetzen und dem MC Projekt beitreten möchten.

3 Projektentwicklung und -leitung

Entstanden ist das MC Projekt im Rahmen meiner Masterarbeit in Internationalen Beziehungen an der University of Bristol, Vereinigtes Königreich. Unterstützt und beraten wurde ich dabei von Spanda Foundation,

einer holländischen Nicht-Regierungsorganisation mit Sitz in Den Haag. Als unser Projektpartner vor Ort fungiert das Centre for Digital Inclusion and the Knowledge Society (span. „CIISOC“), welches der Universidad de la Frontera in Temuco angehört. Das CIISOC ermöglicht es uns, die Mapuche Gemeinden in die Projektentwicklung miteinzubinden und unterstützt uns außerdem mit seiner Erfahrung aus der früheren Zusammenarbeit mit Mapuchegemeinden.

Alle am Projekt Beteiligten, inklusive aller Mitarbeiter von Spanda, engagieren sich ehrenamtlich. Aufgrund der Knappheit an finanziellen Mitteln wird voraussichtlich auch in Zukunft keine finanzielle Vergütung möglich sein.



4 Aktueller Stand, April 2016

Für das Pilotprojekt des "Mapuche Chapters" wurden acht Gemeinden des Ortes Lumaco in der Region La Araucanía, Süd-Chile, ausgewählt. In einem ersten Treffen wurde die Einkommenssituation der Projektteilnehmer analysiert, und es wurden für jeden Einzelnen die sinnvollsten, produktionssteigernden Hilfsmittel und Werkzeuge bestimmt. Unter den gewünschten Hilfsmitteln waren Wasserpumpen, Nähmaschinen und Beleuchtungsanlagen besonders gefragt. Sowohl diesen als auch einer Reihe weiterer Hilfsmittel ist gemein, dass sie von den Projektteilnehmern nur eingeschränkt genutzt werden können, solange die Problematik der Stromversorgung fortbesteht. Für den

Erfolg des Projekts ist es daher überaus wichtig, dass eine ausreichende Elektrizitätsversorgung hergestellt werden kann. Geplant ist deshalb eine Möglichkeit zur unabhängigen und lokalen Stromerzeugung zu schaffen. Eine solche würde die Elektrizitätsversorgung nicht nur zuverlässiger machen, sondern hätte den weiteren Vorteil, dass die Gemeinden von den hohen Stromkosten entlastet würden.

Als Quelle zur Stromerzeugung soll das regionale Potenzial für erneuerbare Energien genutzt werden. Der Schwerpunkt soll dabei auf der Solarenergie liegen, wobei die Möglichkeit besteht, PV-Module mit weiteren Energiequellen zu kombinieren.

Als Kernstück des MC Projektes soll die Einrichtung einer regenerativen Stromversorgung den Projektteilnehmern dazu verhelfen, ihren Output zu steigern und ihre Produktionskosten zu senken. Darüber hinaus würde die Verschmutzung durch fossile Brennstoffe gemindert und so das sensible Ökosystem entlastet. Ob und welche Kombination von regenerativen Energien für den Bedarf der Gemeinden am sinnvollsten wäre, ist jedoch eine noch ungeklärte Frage.

Um diese noch offenen Punkte zu klären, sucht unsere Projektgruppe ganz dringend nach Unterstützern, die über Erfahrung mit regenerativer Stromerzeugung und/oder Wassergewinnung verfügen. Ganz wichtig wäre vor allem die Unterstützung bei einer Bestandsaufnahme und bei der Konzeption eines nachhaltigen, jedoch bezahlbaren Weges zur lokalen Stromerzeugung.

Dazu muss gesagt werden, dass die Erhebung der nötigen energietechnischen Informationen aufgrund des sehr geringen Entwicklungsstands der Region möglicherweise einen Feldbesuch beinhalten würde. Wir würden unser Möglichstes tun, eine solche zeit- und ressourcenintensive Unterstützung, soweit es geht, finanziell zu entschädigen, müssen aber dazu sagen, dass uns dies zumindest zum jetzigen Zeitpunkt nur sehr begrenzt möglich ist.

Falls Sie sich hier engagieren und uns mit ihrem technischen Wissen unterstützen möchten oder auch nur weitere Informationen erhalten möchten, können sie sich jederzeit an mich persönlich oder an die ETG-Geschäftsstelle wenden.

5 Spendenaufruf

Wie schon oben erwähnt sind wir derzeit auf der Suche nach einem Finanzierungspartner, der uns die Implementierung des Pilotprojekts ermöglicht. Bis dieser gefunden ist, sind unsere Aktivitäten begrenzt auf das, was wir mit privatem Engagement und Spenden ermöglichen können. Um so bald wie möglich beginnen zu können, ist unser Team deshalb für jede Unterstützung bei der technischen Konzeption und Finanzierung überaus dankbar.

Bezüglich der finanziellen Unterstützung ist zu erwähnen, dass Spanda den holländischen ARMI Status (holländisch für Institution Aimed at the Common Good) hält, welcher Spenden steuerlich absetzbar macht. Dabei garantiere ich persönlich dafür, dass jeder uns anvertraute Cent voll und ganz in die Projektumsetzung vor Ort fließt. Möglich gemacht wird dies dadurch, dass alle Mitarbeiter von Spanda, ich selbst sowie alle Beteiligten sich ehrenamtlich für das Projekt engagieren, sodass keinerlei Personal- oder Administrationskosten anfallen.

<http://mapuchechapter.spanda.org/en/>

F: FNN AKTUELL

FNN FORUM NETZTECHNIK/
NETZBETRIEB IM VDE

F1 Aktuelles aus dem FNN



Dieter Quadflieg,
Forum Netztechnik/Netzbetrieb
im VDE (FNN)

Georg-Hummel-Preis 2017: Ausschreibung gestartet

Zwei mal 3.000 € zu gewinnen für hervorragende Abschlussarbeiten im Bereich Zähl- und Messwesen

Bewerbungsschluss: 30. November 2016

Ab sofort können sich Studierende und Absolventen wieder auf den Georg-Hummel-Preis vom Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE|FNN) bewerben. Der Preis ist mit je 3.000 Euro für einen Technik- und einen Ökonomiepreis dotiert. Preiswürdig sind insbesondere Arbeiten aus den Gebieten Zählen, Messen, Prüfen, Messdatenverarbeitung und -weitergabe. Arbeiten zur Steigerung der Energieeffizienz durch den Einsatz von Messtechnik können ebenso prämiert werden wie verbundene Themen aus wirtschafts-, sozial- oder rechtswissenschaftlichen Disziplinen. Ziel ist es, junge Talente auf den genannten Gebieten der Energiemesstechnik zu fördern.

Georg Hummel (1856-1902) war einer der Pioniere bei der Entwicklung von Elektrizitätszählern in Deutschland. Zudem zeigte er unternehmerisches Talent, indem er Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts eine wichtige Zählerfabrik in Süddeutschland mit aufbaute. Er ist daher ein würdiger Namenspatron für den vom Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE|FNN) seit 2011 vergebenen Preis für hervorragende Studien- und Abschlussarbeiten im Bereich Elektrizitätsmessung. Die prämierten Abschlussarbeiten der vergangenen Jahre zeigen, dass sich beim Zähl- und Messwesen derzeit gerade zum Thema „Intelligentes Messsystem“ viel tut.

Teilnahmeberechtigt sind immatrikulierte Studierende und Absolventen von Universitäten und Fachhochschulen: Bachelor- und Master-Studenten, Diplomanden, Doktoranden und junge Wissenschaftler. Bedingung ist, dass die Arbeiten abgeschlossen und von den Hochschulen angenommen worden sind und nicht länger

als zwei Jahre zurückliegen. Eine weitere Voraussetzung ist das Plädoyer des die Arbeit betreuenden Lehrstuhls oder Institutes. Vorgehen und Bewerbungsformular sind auf der Webseite des Forums Netztechnik/Netzbetrieb im VDE erhältlich. Eingereicht werden aussagekräftige Kurzfassungen (maximal fünf Seiten bzw. 15.000 Zeichen) von Bachelor-, Studien-, Master-, Magister- oder Diplomarbeiten.

Verliehen wird der Preis traditionell auf dem alle zwei Jahre stattfindenden VDE|FNN-Fachkongress „Zählen|Messen|Prüfen (ZMP)“ in Leipzig. Der nächste Termin für die ZMP ist der 10. / 11. Mai 2017. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Bewerbungen sind bis 30. November 2016 per Bewerbungsformular an VDE|FNN zu richten.

Weitere Informationen:
www.vde.com/fnn-georg-hummel-preis



GEORG-HUMMEL-PREIS

VDE-AR-N 4221: Erstmals einheitliche Mindestanforderungen an kabellegende Unternehmen

Die Anwendungsregel VDE-AR-N 4221 definiert Mindestanforderungen an Unternehmen, die Kabel für Stromnetze verlegen. Zum 1. Mai 2016 trat die Anwendungsregel „Mindestanforderungen an ausführende Unternehmen in der Kabellegung“ (VDE-AR-N 4221) in Kraft. Damit gibt es erstmals bundesweit einheitliche Mindeststandards für Unternehmen, die Kabel für Stromnetze und dazugehörige Telekommunikationsnetze verlegen. Die Definition dieser Mindestanforderungen ist ein wichtiges Element der Qualitätssicherung. Denn wenn es beim Legen der Kabel zu Beschädigungen kommt, die von außen oft nicht sichtbar sind, drohen später aufwendige und teure Reparaturen. Die veranschlagte Lebensdauer dieses wichtigen Betriebsmittels wird dann nicht erreicht.

Die VDE-Vorschrift richtet sich zum einen an Netzbetreiber als Auftraggeber von Kabellegearbeiten. Sie müssen im Rahmen ihrer Auswahlverantwortung die fachliche Eignung der ausführenden Unternehmen feststellen. Zum anderen richtet sie sich auch an die Unternehmen, die die Kabellegung für Übertragungs- und Verteilnetze sowie für deren zugehörige Nachrichtenetze ausführen. Sie fasst bestehende technische Regelwerke zusammen und formuliert daraus Mindestanforderungen, die vom Auftragnehmer im Rahmen der fachlichen Eignungsfeststellung nachzuweisen sind. VDE|FNN empfiehlt, die Anwendungsregel zum Vertragsbestandteil

im Rahmen der Präqualifikation ausführen der Bauunternehmen bei Ausschreibungen zu machen.

Die Anwendungsregel VDE-AR-N 4221 ist über den VDE-Verlag erhältlich. Sie ergänzt die Anwendungsregel VDE-AR-N 4220 vom Sommer 2015, die bereits Mindestanforderungen an alle Bauunternehmen im Leitungstiefbau festlegte (also z. B. auch Wasser, Gas und Fernwärme).

Europäischer Network Code „RfG“ tritt in Kraft

Der Europäische Network Code „Requirements for Generators“, kurz RfG, wurde am 27. April 2016 im EU-Amtsblatt veröffentlicht. Er trat 20 Tage später, also am 17. Mai 2016 in Kraft. Da es eine zweijährige Umsetzungsfrist in allen EU-Ländern gibt, tritt der ganz überwiegende Teil seiner Vorschriften ab dem 17. Mai 2019 in Kraft.

Die Mindestanforderungen aus den Europäischen Network Codes bedürfen einer nationalen Ausgestaltung. Für Deutschland übernimmt diese Arbeit das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) in Form von Anwendungsregeln. Konkret gehen die Anforderungen aus dem RfG in eine ganze Reihe von Anwendungsregeln ein:

- VDE-AR-N 4130
Technische Anschlussregeln
Höchstspannung
- VDE-AR-N 4120
Technische Anschlussregeln
Hochspannung
- VDE-AR-N 4110
Technische Anschlussregeln
Mittelspannung
- VDE-AR-N 4105
Erzeugungsanlagen am
Niederspannungsnetz

Diese Anwendungsregeln befinden sich bereits in der Erstellung bzw. Überarbeitung. Mit Entwurfsveröffentlichungen der ersten drei genannten Anwendungsregeln ist Anfang 2017 zu rechnen, mit der Entwurfsveröffentlichung der „Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“ Ende 2016. Ziel der Europäischen Network Codes ist es, einheitliche technische Mindestanforderungen für Netze und Erzeugungsanlagen in Europa zu definieren, um so einen einheitlichen europäischen Strommarkt voranzutreiben.

TSM-Leitfäden aktualisiert

Der stromspezifische und der allgemeine TSM-Leitfaden (Technisches Sicherheitsmanagement) wurden überarbeitet.

Der allgemeine Leitfaden wurde inhaltlich weiterentwickelt und um Fragen zum Energiedienstleistungsgesetz sowie zum Informationssicherheits-Managementsystem

ergänzt. Der stromspezifische Leitfadens wurde ebenfalls weiterentwickelt und redaktionell modifiziert.

Interessierten FNN-Mitgliedern steht der TSM-Leitfadens kostenfrei als PDF- und als editierbare Word-Datei zur Verfügung.

Hannover Messe: FNN beim Smart Grids Forum

Vorträge von VDE|FNN zu IT-Sicherheit und künftigen Anforderungen an Erzeugungsanlagen am Mittwoch, 27. April 2016

Wie sieht die sichere, effiziente, nachhaltige und wettbewerbsfähige Energieversorgung der Zukunft aus? Das Smart Grids Forum greift dieses Thema auf der Hannover Messe mit Vorträgen und Podiumsdiskussionen auf. Es wird von VDE, ZVEI, der Deutschen Messe und weiteren Partnern organisiert. Das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) beteiligt sich in diesem Jahr erneut mit zwei Vorträgen.

Vortrag 1: Netzdienliche Funktionen für eine bessere Integration dezentraler Anlagen

Jan Suckow (VDE|FNN) berichtet über die Ergebnisse der vier FNN-Studien aus den Jahren 2015 / 2016. FNN hatte darin offene Fragen zu künftigen Anforderungen an dezentrale Erzeugungsanlagen untersuchen lassen. Dazu gehörte unter anderem ein netzdienlicheres Verhalten der Anlagen im Normalbetrieb (Spannungshaltung) und im Fehlerfall (Durchfahren kurzer Spannungseinbrüche). Klar ist: Die Anforderungen an Erzeugungsanlagen wie Photovoltaik- und Windkraftanlagen werden in Zukunft steigen. Die Studien zeigen, welche Anforderungen sinnvoll sind und wie so bei weiter steigender Zahl der Anlagen ein sicherer Systembetrieb weiter möglich ist.

Vortrag 2: IT Sicherheit in der Energieversorgung

IT-Sicherheitsgesetz, KRITIS-Verordnung, Sicherheitskatalog der Bundesnetzagentur: Energieversorger müssen sich mittlerweile mit einer ganzen Reihe von Vorschriften auskennen. Licht in diesen Regelungsdschungel bringt Finja Bauer (VDE|FNN). Sie erklärt das Thema IT-Sicherheit anhand der konkreten Herausforderungen für Netzbetreiber heute. Hilfe bietet hier auch der FNN-Hinweis „Informationssicherheit in Energienetzen“, der die aktuellen gesetzlichen Regelungen für Netzbetreiber einordnet.

Netzdokumentation: FNN-Hinweis „Qualitätssicherung“ veröffentlicht

Der FNN-Hinweis beschreibt erstmals die Qualitätssicherung in der Dokumentation geographischer Netzdaten.

Die Qualität von Geoinformationsdaten ist von entscheidender Bedeutung für deren weitere Verwendung. FNN schafft mit dem neuen Hinweis „S130 – Qualitätssicherung in der Netzdokumentation“ Transparenz für Qualitätssicherungsprozesse in der Netzdokumentation. Das Dokument ergänzt die bestehende VDE-Anwendungsregel 4201 und zeigt auf, wie ein Qualitätsmanagementsystem eingeführt werden kann und wie sich Qualitätsmerkmale überprüfen, auswerten und verbessern lassen. Im Zentrum stehen die Fehlererfassung und die Fehleranalyse, um einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess in Gang zu setzen.

Der Hinweis bezieht sich auf Prozesse in der Dokumentation von Netzdaten zu Leitungen und Anlagen in Unternehmen zum Betrieb elektrischer Netze der allgemeinen Versorgung. Er wurde vom FNN und dem Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) spartenübergreifend unter Einbeziehung von Stellungnahmen der betroffenen Gruppen erarbeitet. Er bezieht sich auf international anerkannte Normen (DIN EN ISO 9000) und ergänzt die seit 2010 gültige Anwendungsregel „Netzdokumentation“ (VDE-AR-N 4201).

Lastenheft Daten und Prozesse für den Daten-Displaydienst (3D)

Ergänzende Spezifikationen zur Sicherstellung eines interoperablen Betriebes von Smart-Meter-Gateways

Ein intelligentes Messsystem muss gemäß PTB-A 50.8 eine Anzeige für die im SMGW generierten, eichrechtlich relevanten Informationen besitzen. Dazu kann eine Darstellungseinheit (Display) entweder in das SMGW integriert sein oder es handelt sich um ein abgesetztes Display, das über eine Schnittstelle auf die Daten zugreift. Darüber hinaus muss für die Rechnungsprüfung ein geeignetes Hilfsmittel bereit gestellt werden, um dem Letztverbraucher einen vereinfachten Weg zur Rechnungsprüfung zu ermöglichen, soweit TAF 7 zur Anwendung kommt und seitens des Lieferanten zentral tarifiert wird. Gemäß BSI TR-03109-1 ist dafür vorzugsweise die Schnittstelle IF_GW_CON im HAN vorgesehen. Für die Produktion von Generation-1-Gateways, die über eine vereinfachte Bauartzulassung in den Verkehr gebracht werden sollen, steht jedoch eine vollständig und interoperabel ausspezifizierte Schnittstelle noch nicht bereit.

Das Lastenheft Daten und Prozesse für den Daten-Displaydienst (3D) dient der Vervollständigung der Spezifikationen, um die Lücken für einen interoperablen Betrieb von Smart-Meter-Gateways der ersten Generation (SMGW-G1) zu schließen. Dieses Lastenheft beschreibt die Prozesse und Daten, die erforderlich sind, um die für eine eichrechtskonforme Anzeige benötigten

Daten für einen Letztverbraucher im WAN bereit zu stellen. Folgende Festlegungen werden dazu in diesem Dokument getroffen:

- Spezifikation der Formate und Verfahren der Daten zwischen SMGW und Daten-Displaydienst (3D)
- Spezifikation für Methoden der 3D-Software zur Abfrage der Eichlog-Daten vom Admin
- Spezifikation der Verwaltungsprozeduren zwischen dem Vertragspartner des Letztverbrauchers, dem 3D-Portal und dem Gateway-Administrator.

Diese Spezifikation ist originärer Bestandteil des FNN-Lastenhefts SMGW Funktionen, da es sich hierbei um eine notwendige Vervollständigung der funktionalen Beschreibung des SMGW handelt. Dabei werden einzelne, isolierte Request-Response-Abläufe zu genau spezifizierten Prozessen gebündelt, in denen interoperabel die in diesem Lastenheft spezifizierten Grundfunktionen des SMGW beschrieben werden.

Lastenheft Smart-Meter-Gateway jetzt in der Version 1.0 verfügbar

FNN leistet Pionierarbeit bei Spezifikationen für zukünftige Messsysteme

Das „Lastenheft Smart-Meter-Gateway“ beschreibt die funktionalen Merkmale des Smart-Meter-Gateways (SMGW) als Kommunikationsmodul des intelligenten Messsystems gemäß den gesetzlichen Vorgaben. Hier werden auch die Anwendungsfälle, der interne Datenfluss und die daraus resultierenden Parameter definiert. Des Weiteren werden die zu unterstützenden Zählerprotokolle beschrieben. Ein SMGW nach diesem Lastenheft kann dabei durchaus auch ohne Elektrizitätszähler und nur in Verbindung mit Sensoren anderer Sparten eingesetzt werden.

Um die gesetzlichen Anforderungen nach EnWG und daraus resultierend die Vorgaben nach BSI über die Schutzprofile und die Technischen Richtlinien zu erfüllen und auch eine Investitionssicherheit für die Anwender zu erreichen, ist es notwendig die benötigten Hauptkomponenten für ein intelligentes Messsystem, bestehend aus moderner Messeinrichtung (Basiszähler) und intelligenter Kommunikationseinheit (Smart-Meter-Gateway) zu standardisieren.

Ziel ist es, ein zukunftsfähiges, standardisiertes Messsystem zu definieren, in dem Geräte und IT-Lösungen unterschiedlicher Hersteller ohne Anpassungen eingesetzt werden können (Interoperability) und untereinander austauschbar sind (Interchangeability).

Aktualisierte Stromleitungskreuzungsrichtlinien (SKR 2016) in Kraft

Kreuzungen von Starkstromleitungen mit Anlagen der Deutschen Bahn lassen sich künftig leichter realisieren.

Die neuen Stromleitungskreuzungsrichtlinien (SKR 2016, die Nomenklatur der DB AG ist Ril 878) sind am 1. Januar 2016 in Kraft getreten und gelten für alle Kreuzungen zwischen Starkstromleitungen (Frei- und Kabelleitungen) der öffentlichen Stromversorgung und Bahngelände. Die Neufassung der Stromleitungskreuzungsrichtlinien wurde sowohl im rechtlichen als auch im technischen Teil umfassend überarbeitet und löst die bisher gültige Fassung aus dem Jahr 2000 ab. FNN hat sichergestellt, dass Netzbetreiber bei Stromleitungskreuzungen entsprechend dem aktuellen Stand der Technik arbeiten können. Die Unterlage ist Teil der Aktivitäten von FNN, neue Technologien schneller alltagstauglich und systemkompatibel zu machen und Prozesse und Baumaßnahmen zu beschleunigen.

Die Stromleitungskreuzungsrichtlinien – erstmalig in modularer Struktur und harmonisiert mit den Gas- und Wasserleitungskreuzungsrichtlinien von 2012 – beschreiben den Gesamtprozess von der Planung bis zur Abnahme. Bau, Änderung, Instandsetzung und Beseitigung einer Stromleitungskreuzung werden definiert, der Ablauf des Gesamtprozesses eindeutig beschrieben und Fristen geregelt. Ansprechpartner bei der Deutschen Bahn AG werden klar benannt und definierte Abläufe auch grafisch dargestellt.

Damit liegt ein anwenderfreundliches Regelwerk vor, das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Die einzelnen Bausteine des Dokuments entsprechen den realen Planungs- und Umsetzungsphasen einer Stromleitungskreuzung.

Testfallspezifikationen für Basiszähler und Smart-Meter-Gateway

Neuerscheinung

Die „Testfallspezifikation Basiszähler Funktionale Merkmale“ und die „Testfallspezifikation Konstruktion Basiszähler und Smart-Meter-Gateway“ stehen jetzt erstmalig zur Verfügung.

Diese Spezifikationen definieren die Testfälle für Basiszähler gemäß den FNN-Lastenheften „Basiszähler, Funktionale Merkmale“, Version 1.1 und „Konstruktion Basiszähler und Smart-Meter-Gateway“, Version 1.1.

Die Testfallspezifikationen dienen als Prüfgrundlage zur Zertifizierung von Energiemesssystemen und zur Vergabe eines Qualitätssiegels. Damit werden in den Lastenheften zugesicherte Eigenschaften

eines Gerätes (Testobjekt) nachgewiesen und gekennzeichnet (Konformitätsnachweis).

Die Testfälle werden auf Basis der Anforderungen aus den jeweils relevanten FNN-Lastenheften abgeleitet. Über die in den FNN-Lastenheften vorhandenen Anforderungs-Bezeichnungen („Requirement Identifier“) wird der Bezug zwischen Testfall und den jeweils diesem Testfall zu Grunde liegenden Anforderungen hergestellt.

Bestreben des FNN ist es, die Harmonisierung und Standardisierung der in der Energieversorgung eingesetzten Mess- und Kommunikationssysteme spartenübergreifend voranzutreiben. Damit wird die Voraussetzung für eine hohe Qualität und Wirtschaftlichkeit sowie eine langfristige Investitionssicherheit geschaffen.

Ziel ist es, austauschbare und damit über die vom Gesetzgeber definierte Anforderung der Interoperabilität hinausgehende Geräte am Markt zu etablieren. Dafür werden eindeutig spezifizierte und für alle Marktpartner verfügbare Testfälle benötigt. Die Anwendung dieser Testfälle auf Zähler, Smart-Meter-Gateways und weitere Komponenten eines Messsystems sollen eine möglichst große Übereinstimmung im Verhalten der Geräte bei praktisch auftretenden Betriebsverhalten nachweisen und damit die Austauschbarkeit von Geräten unterschiedlicher Hersteller sicherstellen.

Die Testfallspezifikationen stehen als Kaufexemplar im VDE-InfoCenter und für FNN-Mitglieder kostenfrei als PDF-Download zur Verfügung.

E VDE-AR-N 4203 „Leitungsauskünfte“

Entwurfsveröffentlichung der VDE-Anwendungsregel E VDE-AR-N 4203:2016-04 „Erteilung von Netzauskünften in Versorgungsunternehmen“

Betreiber von Versorgungseinrichtungen sind dazu verpflichtet, Dritten Auskünfte zu Leitungen zu erteilen. Als Grundlage dafür dienen digitale Geoinformationsdaten, zu deren Erfassung Netzbetreiber bereits seit 2008 durch die VDE-Anwendungsregel „Netzdokumentation“ (VDE-AR-N 4201) verpflichtet sind. Die nun erarbeitete VDE-Anwendungsregel „Erteilung von Netzauskünften“ (VDE-AR-N 4203) legt erstmals klare Mindeststandards fest, in welcher Form Dritte auf diese Daten zurückgreifen können. Dadurch führt die VDE-Anwendungsregel zu einer signifikanten Verbesserung in der Qualität von Netzauskünften und damit auch mehr Sicherheit für die Versorgungseinrichtungen im Baugebiet.

Die Unterlage wurde in Zusammenarbeit mit anderen regelsetzenden Infrastrukturverbänden wie dem Deutschen Verein des

Gas- und Wasserfachs (DVGW) verfasst. Sie gilt spartenübergreifend.

Dieser VDE-Anwendungsregel-Entwurf ist der Öffentlichkeit „als Entwurf mit Einspruchsfrist“ bis zum 11. Mai 2016 zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt worden.

Umsetzungshilfe zum IT-Sicherheitsgesetz veröffentlicht

Die 2. Auflage des Hinweises „IT-Sicherheit in Stromnetzen“ hilft Netzbetreibern insbesondere bei der Einführung eines Informationssicherheits-Managementsystems (ISMS).

Der zunehmende Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Netzbetrieb stellt die Frage der Sicherheit dieser Systeme verstärkt in den Fokus. Um die Vorteile dieser modernen Technologien sicher nutzen zu können, ist ein angemessener Schutz gegen Bedrohungen auch im Bereich der Energieversorgung auf unterschiedlichen Ebenen essenziell. Probleme, die im IT-Bereich entstehen, können sich andernfalls direkt und in Echtzeit auf das gesamte Netz auswirken.

FNN hat in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Verein des Gas- und Wasserfachs (DVGW) den bestehenden Hinweis „IT-Sicherheit in Stromnetzen“ hinsichtlich der Entwicklungen des rechtlichen Rahmens aktualisiert. Er wurde außerdem um Implementierungshinweise zur Einführung eines Informationssicherheits-Managementsystems ergänzt.

Netzbetreiber erhalten einen Gesamtüberblick über regulatorische Vorgaben und Anforderungen, die die Identifizierung und Umsetzung von Sicherheitsmaßnahmen erleichtert und den Fokus auf die Einführung eines Informationssicherheits-Managementsystems legt. Damit schafft die Unterlage eine Grundlage zur effizienten Verbesserung der Informationssicherheit. Durch die Zusammenarbeit der beiden technischen Regelsetzer FNN und DVGW wird die Anwendbarkeit insbesondere auch für Mehrspartenunternehmen verbessert.

BSI-KRITIS-Verordnung: FNN beteiligt sich an Verbändeanhörung

VDE-weit abgestimmte Position fordert unter anderem eine Konkretisierung des Bemessungskriteriums für Verteilnetze

Sichere Energieversorgung und Netze sind die Grundvoraussetzung für ein funktionierendes gesellschaftliches Leben in Deutschland. Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung am 24. Juli 2015 das IT-Sicherheitsgesetz verabschiedet. Die genaue Definition, was unter Kritische Infrastrukturen fällt, fehlte aber bislang. Sie

wird jetzt mit einem Verordnungsentwurf nachgereicht, die der VDE im Rahmen der Verbändeanhörung kommentiert hat.

Der Verordnungsentwurf zur Bestimmung Kritischer Infrastrukturen nach dem BSI-Gesetz gibt erstmals Vorgaben in Form von Schwellenwerten, nach denen bewertet wird, ob eine Infrastruktur kritisch ist. In einer VDE-weiten Meinungsbildung konnten u. a. folgende Punkte identifiziert werden, die nach Meinung der Experten einer weiteren Überarbeitung bedürfen:

Konkretisierung des Anlagenbegriffs notwendig: Die Erfassung eines Verteilnetzes in einem Begriff entspricht keinem praxisnahen Vorgehen.

Energiehandel als eigene Anlagenkategorie führen und nicht dem Bereich der Energieübertragung zuordnen.

Bemessungskriterium für Verteilnetze spezifizieren: Konkretisierung der Aussage „über alle Netzebenen“ wie folgt: Kritisch wird ein Verteilnetz erst dann, wenn der genannte Schwellenwert in sämtlichen Netzebenen dieses Verteilnetzes (Verordnung spricht von „Anlage“) überschritten wird.

Erfüllungsaufwand für die Wirtschaft hinsichtlich Meldungsanzahl und Zertifizierungsaufwand nach sechs Monaten überprüfen, nicht nur mit pauschalen Schätzungen arbeiten.

Das Inkrafttreten der Verordnung ist für Ende April 2016 vorgesehen. Diejenigen Betreiber von Energieversorgungsnetzen und Energieanlagen, die nach der Verordnung als Kritische Infrastruktur identifiziert werden, müssen anschließend die Anforderungen aus dem IT-Sicherheitsgesetz umsetzen. Das bedeutet insbesondere die Meldung erheblicher Störungen ihrer IT-Systeme an das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik.

Erste Anregungen aus den eingereichten Stellungnahmen hatten bereits Erfolg und werden für den Kabinettsentwurf umgesetzt, wie die Verbändeanhörung am 02.03.2016 zeigte. So wird u. a. das Bemessungskriterium für Verteilnetze überarbeitet und die Kategorie Handel nicht mehr der Übertragung zugerechnet.

Erfolgreicher Infotag: Mehr Sicherheit auf Freileitungsbaustellen

Zunehmender Netzausbau rückt Arbeitsschutz auf Freileitungsbaustellen in den Fokus.

Experten diskutieren auf gemeinsamem Infotag von VDE|FNN und ZVEI.

Die Energiewende ist Treiber eines umfangreichen Netzausbaus in Deutschland. Dieser Ausbau erfolgt insbesondere in Freileitungsnetzen – und zwar sowohl in

den Übertragungs- als auch Verteilnetzen. Durch den zunehmenden Netzausbau rückt der Arbeitsschutz auf Freileitungsbaustellen verstärkt in den Fokus. Das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE|FNN) stellte dazu auf dem Infotag „Sicherheit auf Freileitungsbaustellen“ neue Ergebnisse vor. Im Fokus der Veranstaltung, die sich an Bauunternehmen, Netzbetreiber und Hersteller richtete, stand die Prävention. Die Vermeidung von Gefährdungen ist nach wie vor der beste Arbeitsschutz.

VDE|FNN-Vorstandsvorsitzender Dr. Stefan Küppers wies darauf hin, dass die Arbeitssicherheit ein gemeinsames Interesse aller Akteure ist. Also zum einen der Netzbetreiber, in deren Netzen der Ausbau erfolgt und die als Auftraggeber umfangreiche Bauleistungen überwachen. Zum anderen der Leitungsbauunternehmen, die als Auftragnehmer in Bauprojekten tätig sind. Küppers betonte, dass sich die Zusammenarbeit dazu zwischen allen Beteiligten in den letzten Jahren bereits spürbar intensiviert habe. Der Infotag sei ein weiterer Meilenstein auf diesem Weg. „Das gemeinsame Lernen aus Erfahrungen ist essenziell, weil sich nur so wirksam Gefahren und Unfälle vermeiden lassen“, so der VDE|FNN-Vorstandsvorsitzende. Gerade die Kommunikation zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer auf der Baustelle sei bei der Vermeidung gefährlicher Situationen von zentraler Bedeutung.

Der Infotag wurde von VDE|FNN gemeinsam mit dem Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie (ZVEI) organisiert. Damit ist es gelungen, bei diesem wichtigen Thema Bauunternehmen, Netzbetreiber und Hersteller zusammen zu bringen. Es war bereits der dritte Erfahrungsaustausch dieser Art. Für die Zukunft sind weitere Veranstaltungen zu diesem Thema geplant.

FNN-Karte „Deutsches Höchstspannungsnetz“ aktualisiert

Große Fortschritte beim Ausbau der Offshore-Netzanschlüsse

Stand 11.01.2016

Das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) hat die Wandkarte „Deutsches Höchstspannungsnetz“ aktualisiert und mit Stand 01.01.2016 veröffentlicht. Die Karte umfasst die Höchstspannungsleitungen mit 380 und 220 Kilovolt der vier Übertragungsnetzbetreiber 50 Hertz Transmission, Amprion, Tennet TSO und TransnetBW. In der Karte sind neben den bestehenden Leitungen auch die im Bau und bereits in der Umsetzungsplanung befindlichen Leitungen dargestellt.

Im Bereich der Ostsee und der Nordsee ist in den letzten beiden Jahren ein deutlicher

Zubau an Leitungen für den Anschluss von Offshore-Windenergieanlagen zu verzeichnen. Der Netzausbau an Land schreitet demgegenüber weniger schnell voran. Fertig gestellt ist beispielsweise der erste Teil der Südwestkuppelleitung (Thüringer Strombrücke). Der thüringisch-bayerische Abschnitt von Altenfeld nach Redwitz befindet sich derzeit noch im Bau. Zusätzlich wurde die Darstellung der Kraftwerke umfassend überarbeitet. Diese werden nur noch in der Karte dargestellt, wenn sie an das Höchstspannungsnetz angeschlossen sind.

Interessierte können die Netzkarte als Wandkarte (Maßstab 1:600.000, circa 112 mal 146 cm) und/oder als Faltplan (Maßstab 1:1.200.000, circa 60 mal 75 cm) im VDE-InfoCenter bestellen. Zusätzlich ist ein aktualisierter Übersichtsplan als PDF-Download erhältlich.

FNN aktualisiert die Karte alle zwei Jahre. Die nächste Ausgabe erscheint Anfang 2018.

FNN-Fachkongress Netztechnik: Neue Lösungen für die Netze von morgen

800 Branchenexperten diskutieren beim Fachkongress Netztechnik in Nürnberg die Zukunft der Stromnetze

FNN-Vorstandsvorsitzender Dr. Stefan Küppers präsentiert Eckpunkte einer neuen Roadmap „Vom Netz zum System“

Das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) hat heute auf dem Fachkongress Netztechnik in Nürnberg Eckpunkte seiner neuen Roadmap zur Weiterentwicklung der Netze vorgestellt. Sie umfasst Aktivitäten in drei Bereichen: „Vom Netz zum System“, „Sicherer Systembetrieb mit dezentralen Erzeugungsanlagen“ sowie „Sicherer Systembetrieb mit Informations- und Kommunikationstechnologien“. Diese drei Themen sind die zentralen Herausforderungen für die Ertüchtigung der Netze für ein Energiesystem, das in erheblichem Umfang auf Erneuerbaren Energien basiert. Den Startschuss zum weiteren Umbau der Netze gab FNN-Vorstandsvorsitzender Dr. Stefan Küppers, Geschäftsführer Technik der Westnetz GmbH, in seiner Keynote auf dem 19. Fachkongress Netztechnik. „Das Netz der Zukunft muss vor allem flexibler, kommunikativer und damit intelligenter sein als heute. Es muss auf sehr hohe Fluktuationen vor allem bei der Einspeisung vorbereitet sein, auch beim Verbrauch und künftig bei den aufkommenden Speichern“, so Dr. Küppers vor den 800 Fachbesucherinnen und Fachbesuchern.

Ein konkretes Arbeitsfeld für den Wandel „Vom Netz zum System“ sind mehr Flexibilitätsoptionen im Netz. Das intelligente Messsystem unterstützt diesen Prozess. Darüber sollen die vielen hunderttausend

Erzeugungsanlagen in der Niederspannung nach Erfordernissen des Marktes und des Netzes einspeisen. VDE|FNN hat dazu netzbetriebliche Anwendungsfälle definiert und im April 2014 an das zuständige Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) übergeben. Eine Bewertung durch die zuständigen Behörden BSI und Bundesnetzagentur steht noch aus. Dazu Dr. Küppers: „Wir begrüßen den von der Politik für 2017 geplanten Einstieg in das intelligente Messsystem. Politik und Behörden sollten jetzt aber weiter daran arbeiten, dass wir klare Rahmenbedingungen haben und der volkswirtschaftliche Nutzen des intelligenten Messsystems auch tatsächlich gehoben werden kann.“

Unter dem Thema „Sicherer Systembetrieb mit dezentralen Erzeugungsanlagen“ fasst VDE|FNN künftig alle Aktivitäten zusammen, die für ein von Erneuerbaren Erzeugern dominiertes Stromsystem notwendig sind. Ein wichtiges Projekt aus der neuen Roadmap ist hier die Überführung des technischen Teils der bisherigen Netzzanschlussbedingungen hin zu bundeseinheitlichen Technischen Anschlussregeln in Form von VDE-Anwendungsregeln (TAR). Diskutiert werden höhere Anforderungen an dezentrale Erzeugungsanlagen, so zum Beispiel das Durchfahren kurzzeitiger Spannungseinbrüche auch in der Mittelspannung. Bisher war das nur in der Hoch- und Höchstspannung der Fall. FNN erarbeitet dabei auch – nach Absprache mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie – die nationale Umsetzung der europäischen Network Codes. Aktuell zum Beispiel des Network Codes „Requirements for Generators“, der voraussichtlich Anfang 2016 in Kraft treten wird. Die Veröffentlichung der vier neuen Anwendungsregeln ist für alle Spannungsebenen für 2016 / 2017 geplant.

Das Netz der Zukunft muss flexibler sein, Informations- und Kommunikationstechnologien halten verstärkt Einzug in den Netzbetrieb. All dies soll sicher geschehen. Dieses Thema wird daher als dritte Säule in den Vordergrund gerückt. Dazu wird FNN zunächst eine Studie durchführen, die klärt, welche Anforderungen an die IT-Sicherheit über netzbetriebliche Zeiträume (mindestens 15-jährige Betriebsdauer der Komponenten) mit Blick nach vorne notwendig bzw. erreichbar sind.

Der Fachkongress Netztechnik ist die größte bundesweite Fachveranstaltung zu Netztechnik und Netzbetrieb. Träger ist das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN). In 15 Fachvorträgen und fünf parallel laufenden Fachforen diskutierten Fach- und Führungskräfte von Netzbetreibern, Herstellern, Dienstleistern und Behörden neueste Entwicklungen rund um Netztechnik und Netzbetrieb.

FNN-Studie „Statische Spannungshaltung“: bis zu 60 % mehr Erneuerbare-Energie-Anlagen in bestehenden Netzen möglich

Voraussetzung dafür ist, dass sich Anlagen aktiv an der statischen Spannungshaltung beteiligen.

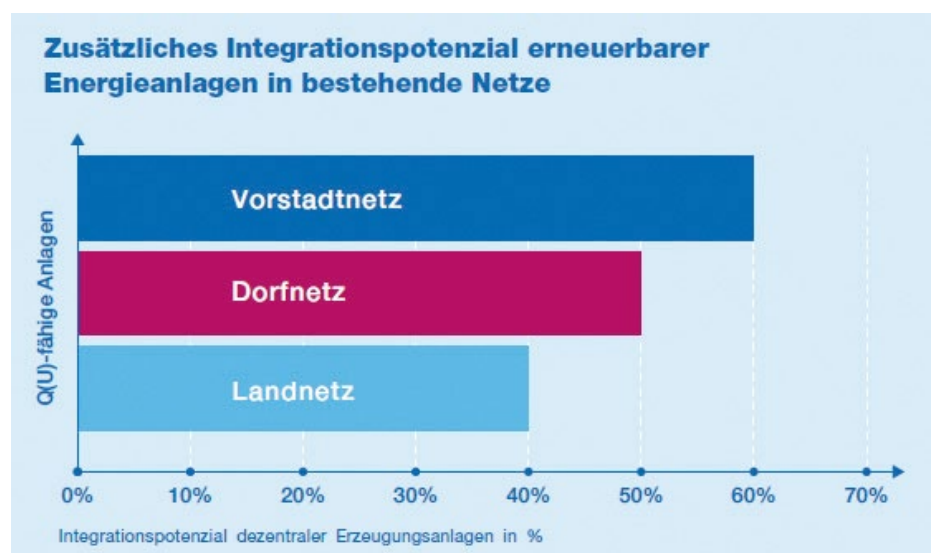
Die bereits in der Hoch- und Mittelspannung bewährte Einspeisung von Blindleistung in Abhängigkeit von der Spannung (Q(U)-Regelung) ist auch für die Niederspannung nutzbar.

Die Studie „Statische Spannungshaltung“ ist die zweite von vier Studien des Forums Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) zur Weiterentwicklung der Verteilnetze. Die Studie untersucht, inwiefern neue Anforderungen an Wechselrichter in der Niederspannung zur Integration zusätzlicher Erneuerbare-Energie-Anlagen in bestehende Verteilnetze beitragen können. Eine Möglichkeit zur weitergehenden Integration von Erneuerbare-Energie-Anlagen in vorhandene Netze ist die Einspeisung von Blindleistung in Abhängigkeit von der am Einspeisepunkt bestehenden Spannung durch diese Anlagen (so genannte Q(U)-Regelung). Die technische und wirtschaftliche Effizienz dieses Ansatzes wurde im Rahmen der Studie untersucht.

Zentrales Ergebnis: Bei der Q(U)-Regelung reagieren Anlagen in Abhängigkeit von der am Einspeisepunkt bestehenden Spannung. Sie stützen damit aktiv die Spannung, die Netzstabilität wird signifikant verbessert. Dadurch lassen sich deutlich mehr Erneuerbare-Energie-Anlagen ohne zusätzlichen Netzausbau oder deutlich teurere Betriebsmittel wie den regelbaren Ortsnetztransformator anschließen. Wie viele genau, hängt von der Beschaffenheit des jeweiligen Netzes ab. Die Untersuchung umfasst drei Modellnetze (ländlich, dörflich, vorstädtisch). Es zeigte sich, dass die Q(U)-Regelung besonders in Vorstadt-

netzen effektiv ist. Hier lassen sich allein mit dieser Maßnahme bis zu etwa 60 % mehr dezentrale Erzeugungsanlagen in einen bestehenden Netzstrang integrieren. In den beiden ländlichen Netztypen ist der Effekt mit jeweils bis zu 40 bis 50 % immer noch sehr hoch. Die Ergebnisse werden im Rahmen der weiteren Gremienarbeit bei VDE|FNN zur Überarbeitung der Anwendungsregel „Anforderungen an Erzeugungsanlagen im Niederspannungsnetz“ (VDE-AR-N 4105) in konkrete Anforderungen an Erzeugungsanlagen überführt.

Hinweis: Interessierten stehen die FNN-Hinweise als Kaufexemplar im VDE-InfoCenter und für FNN-Mitglieder kostenfrei als PDF-Download zur Verfügung.



S: ENERGIEWENDE-SPLITTER

Umfrage: Energiewende weiterhin Top-Thema

Für über 90 Prozent der Deutschen ist die Energiewende wichtig oder sehr wichtig. Das ist das Ergebnis der Meinungsforschungsstudie BDEW-Energiemonitor 2016 der Forschungsgruppe Wahlen im Auftrag des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW). 55 Prozent der Bevölkerung geht der Ausbau der Erneuerbaren Energien nicht schnell genug und 69 Prozent rechnen mit steigenden Strompreisen durch die Energiewende

Mehr Informationen finden Sie hier: <https://www.bdew.de/internet.nsf/id/20160503-pi-energiewende-weiterhin-top-thema-fuer-die-bevoelkerung-de>

2015 – Rekordjahr für Erneuerbare

Im Jahr 2015 trugen die erneuerbaren Energien bereits 30 Prozent zur Bruttostromerzeugung bei. Im Jahr 2014 waren es 25,8 Prozent. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch stieg nach vorläufigen Angaben auf 32,6 Prozent. 2014 waren es noch 27,4 Prozent.

Der Aufwärtstrend geht überwiegend auf das Konto der Windenergie: Ihr Anteil am gesamten Bruttostromverbrauch betrug 14,7 Prozent. Ursachen hierfür waren der weitere Ausbau und die guten Windverhältnisse. Es folgten die Biomasse mit 8,3 Prozent und die Photovoltaik mit 6,4 Prozent.

Weitere Informationen finden Sie hier: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Erneuerbare-Energien/erneuerbare-energien-auf-einen-blick.html>

Muttertag – erster Rekordtag für Erneuerbare in 2016

Am Sonntag, den 8. Mai 2016 (Muttertag) schien in weiten Teilen Deutschlands die Sonne und dazu wehte ein kräftiger Wind. Nach einer vorläufigen Auswertung der Stromdaten durch Agora Energiewende, haben Photovoltaik, Windkraft, Biomasse und Wasserkraft dank der Wetterbedingungen einen neuen Rekord aufgestellt und zur Einspeisespitze um 11 Uhr 95 Prozent des Strombedarfs gedeckt. Die Einspeisung der Photovoltaik-Anlagen habe zu diesem Zeitpunkt bei 26,11 Gigawatt gelegen, während die Leistung der Windkraftanlagen bei 20,83 Gigawatt lag. Biomasse habe 5,14 Gigawatt und Wasserkraft knapp 2,75 Gigawatt beigetragen. Der Energieverbrauch lag zu diesem Zeitpunkt bei fast 58 Gigawatt.

Mehr Informationen finden Sie hier: http://www.pv-magazine.de/nachrichten/details/beitrag/agora-energiewende--95-prozent-anteil-von-photovoltaik--windkraft--co_100022960/

Strommarkt 2.0

Am 20. Januar 2016 wurde der Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung des Strommarktes (Strommarktgesetz) veröffentlicht.

Mit dem Gesetz sollen die Maßnahmen des BMWi-Weißbuches „Ein Strommarkt für die Energiewende“ umgesetzt und – aufbauend auf den bewährten Strukturen des liberalisierten Strommarktes – die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Stromversorgung weiterentwickelt und optimiert werden („Strommarkt 2.0“).

Weitere Informationen finden Sie hier: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Strommarkt-der-Zukunft/strommarkt-2-0.html>

Digitalisierung der Energiewende

Am 17. Februar 2016 wurde der Entwurf eines Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende veröffentlicht. In dem Gesetz werden unter anderem technische Vorgaben für intelligente Messsysteme („Smart Meter“) festgelegt. Datenschutz und Interoperabilität werden ebenfalls verbindlich geregelt.

Weitere Informationen finden Sie hier: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Netze-und-Netzausbau/intelligente-messsysteme.html>

ARegV-Novelle 2016

Am 19. April 2016 wurde der Referentenentwurf zur 2. Verordnung zur Änderung der Anreizregulierungsverordnung (ARegV-Novelle 2016) veröffentlicht. Wesentliches Kernelement der Novelle ist die Einführung eines jährlichen Kapitalkostenabgleichs. Er löst für Verteilernetzbetreiber die bisher für Investitionen bereit gestellten Budgets und Instrumente ab. Hierzu gehören der sog. Sockeleffekt durch eine nur zeitverzögerte Berücksichtigung kostensenkender Abschreibungen, der Erweiterungsfaktor und die Investitionsmaßnahme. Auch werden Anreize für Investitionen in intelligente Netze gesetzt. Die Dauer der Regulierungsperioden wird auf 4 Jahre verkürzt, um Investitionen zügiger einer Effizienzprüfung zu unterziehen. Zudem sollen Verteilernetzbetreiber Effizienzgewinne zum Beispiel aus intelligenten Lösungen (Stichwort: Smart Grids) anteilig über die Dauer einer Regulierungsperiode hinaus behalten dürfen.

Weitere Informationen finden Sie hier: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/energie,did=763774.html>

EEG-Novelle 2016

Am 15. April 2016 hat das BMWi den Entwurf eines Gesetzes zur Einführung von Ausschreibungen für Strom aus erneuerbaren Energien und zu weiteren Änderungen des Rechts der erneuerbaren Energien (EEG-Novelle 2016) veröffentlicht. Durch dieses Gesetz soll das EEG auf Ausschreibungen umgestellt werden, d.h. dass künftig der in EEG-Anlagen erzeugte Strom grundsätzlich nur noch bezahlt werden soll, wenn die Anlagen erfolgreich an einer Ausschreibung teilgenommen haben. Anlagen bis zu einer installierten Leistung von 1 Megawatt sollen von den Ausschreibungen ausgenommen und nach dem bisherigen System vergütet werden. Ebenfalls ausgenommen werden sollen neue Wasserkraft-, Geothermie-, Deponiegas-, Klärgas- und Grubengasanlagen, da im Rahmen einer Marktanalyse durch das BMWi die Wettbewerbssituation als zu gering eingeschätzt worden ist. Wie Ausschreibungen für Biomasseanlagen sinnvoll umgesetzt werden können, wird derzeit noch geprüft.

Weitere Informationen finden Sie hier: <http://www.bmwi.de/DE/Presse/pressemitteilungen,did=763350.html>

Neues Förderprogramm für dezentrale Batteriespeicher

Seit 1. März 2016 können bei der KfW im Rahmen des neuen Programms zur Förderung von PV-Batteriespeichern wieder Anträge gestellt werden. Investitionen in Batteriespeicher, die in Verbindung mit einer PV-Anlage installiert und an das elektrische Netz angeschlossen werden, werden bis Ende 2018 mit insgesamt 30 Mio. Euro gefördert.

Weitere Informationen finden Sie hier: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Speicher/foerderungenergiespeicher.html>

Förderprogramm „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“ (SINTEG)

Im Februar 2015 hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) das Förderprogramm „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“ (SINTEG) gestartet. Ziel des Programms ist es, in großflächigen „Schaufensterregionen“ skalierbare Musterlösungen für eine sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung bei hohen Anteilen fluktuierender Stromerzeugung aus Wind- und Sonnenenergie zu entwickeln und zu demonstrieren. Die gefundenen Lösungen sollen als Modell für eine breite Umsetzung dienen.

Am 1. Dezember 2015 hat Bundesminister Gabriel die im Rahmen eines Förderwettbewerbs ermittelten fünf besten Schaufenster bekannt gegeben. Dies sind:

1. „C/sells: Großflächiges Schaufenster im Solarbogen Süddeutschland“

Das Schaufenster „C/sells“ überspannt im Süden Deutschlands die Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern und Hessen. Es repräsentiert 500 Megawatt solare Erzeugung aus mehr als 15.000 dezentralen PV-Anlagen. Neben der Photovoltaik werden auch Strom aus Biogas sowie sektorenübergreifend der Energiebedarf für Wärme und Verkehr berücksichtigt. Dies gilt insbesondere für die Schaffung von Flexibilität, die zum Ausgleich der fluktuierenden Stromerzeugung benötigt werden. Im Fokus steht der regionale Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch.

2. „Designetz: Baukasten Energiewende – Von Einzellösungen zum effizienten System der Zukunft“

„Designetz“ zeigt als Schaufenster die optimierte markt-, netz- und systemdienliche Nutzung von Flexibilität in Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und dem Saarland auf. Es sollen Lösungen entwickelt werden, wie dezentral bereitgestellte Energie aus Sonne und Wind für die Versorgung von Lastzentren genutzt werden kann.

3. „enera: Der nächste große Schritt der Energiewende“

Das Schaufenster „enera“ im Nordwesten Niedersachsens adressiert die drei Themenschwerpunkte Netz, Markt und Daten und will Antworten sowie Lösungsvorschläge für wichtige Herausforderungen der Energiewende liefern: Den Wandel vom statischen zum dynamischen, vom zentralen zum dezentralen System.

4. „NEW 4.0: Norddeutsche Energie-Wende 4.0“

Das Schaufenster „NEW 4.0“ besteht aus Hamburg als großem Energieverbrauchs-zentrum und Schleswig-Holstein als bedeutendem Windenergie-Erzeugungszentrum. Das Schaufenster will aufzeigen, dass die Gesamtregion bereits 2025 sicher und zuverlässig mit 70 Prozent regenerativer Energie versorgt werden kann. Hierfür sollen Erzeugung und Verbrauch mittels modernster Technologien und weiterentwickelter Marktregeln optimal aufeinander abgestimmt werden. Ziel ist insbesondere ein effizienter Umgang mit lokalen Stromüberschüssen.

5. „WindNODE: Das Schaufenster für intelligente Energie aus dem Nordosten Deutschlands“

Die Schaufensterregion umfasst die fünf ostdeutschen Bundesländer und Berlin und entspricht somit der Regelzone des Übertragungsnetzbetreibers 50Hertz. Ziel des Schaufensters „Wind-NODE“ ist das effiziente Zusammenspiel von erneuerbaren

Erzeugungskapazitäten, Stromnetzen und Energienutzern auf Basis einer digitalen Vernetzung.

Im Rahmen von SINTEG sind Investitionen in Höhe von insgesamt 600 Millionen Euro geplant. Das BMWi stellt bis zu 230 Millionen Euro aus dem Energieeffizienzfonds bereit, die über 200 beteiligten Unternehmen wollen zusätzlich 370 Millionen Euro investieren.

Weitere Informationen finden Sie hier:

<http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Netze-und-Netzausbau/sinteg.html>

Kopernikus-Projekte für die Energiewende

Am 5. April 2016 hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die vier ausgewählten „Kopernikus-Projekte für die Energiewende“ bekannt gegeben. In diesen Projekten werden über einen Zeitraum von zehn Jahren gemeinsam von Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft technologische und wirtschaftliche Lösungen für den Umbau des Energiesystems entwickelt. Mit dem Start der Kopernikus-Projekte geht die größte Forschungsinitiative zur Energiewende in den vier Schlüsselbereichen

- neue Netzstrukturen,
- Speicherung überschüssiger erneuerbarer Energie durch Umwandlung in andere Energieträger („Power-to-X“),
- Neuausrichtung von Industrieprozessen auf eine fluktuierende Energieversorgung,
- verbessertes Zusammenspiel aller Sektoren des Energiesystems (Systemintegration)

in die Umsetzung.

Für die erste Förderphase bis 2018 stellt das BMBF bis zu 120 Millionen Euro bereit. Für die Kopernikus-Projekte sind zwei weitere Phasen vorgesehen, die in eine Gesamtlaufzeit von bis zu zehn Jahren münden. Bis 2025 sollen dafür weitere 280 Millionen Euro zur Verfügung gestellt werden.

Mit dieser langfristigen Ausrichtung ergänzen die Kopernikus-Projekte die bisherige Forschungsförderung der Bundesregierung. Die Projekte starten zunächst mit einem breit angelegten Forschungsansatz, der sich bis 2025 auf die aussichtsreichsten Lösungen fokussieren wird. So soll der Brückenschlag von der Grundlagenforschung bis in die großtechnische Anwendung gelingen.

Weitere Informationen finden Sie hier:

<https://www.bmbf.de/de/kopernikus-projekte-fuer-die-energiewende-2621.html>

sowie auf der Homepage zu den Kopernikus-Projekten

<https://www.kopernikus-projekte.de/>

K: ENERGIEVERSORGUNG KONTROVERS

In der Rubrik „Energieversorgung Kontrovers“ werden von Experten kontroverse Standpunkte zu verschiedenen Aspekten der Energiewende dargelegt. Die Standpunkte sollen durchaus provokativ sein, um eine rege Diskussion unter unseren Mitgliedern anzuregen.

K1 Energiewende, Ökostrom – wo geht die Reise hin? Prof. Dr.-Ing. Helmut Alt

Zu der teilweise recht visionären Diskussion über die Fortschritte der Energiewende: „Wirtschaftliche Energie braucht Intelligenz“ darf nicht missachtet werden, dass die Intelligenz mit energietechnischem Sachverstand einhergehen sollte:

Energiewende, Ökostrom – wo geht die Reise hin?

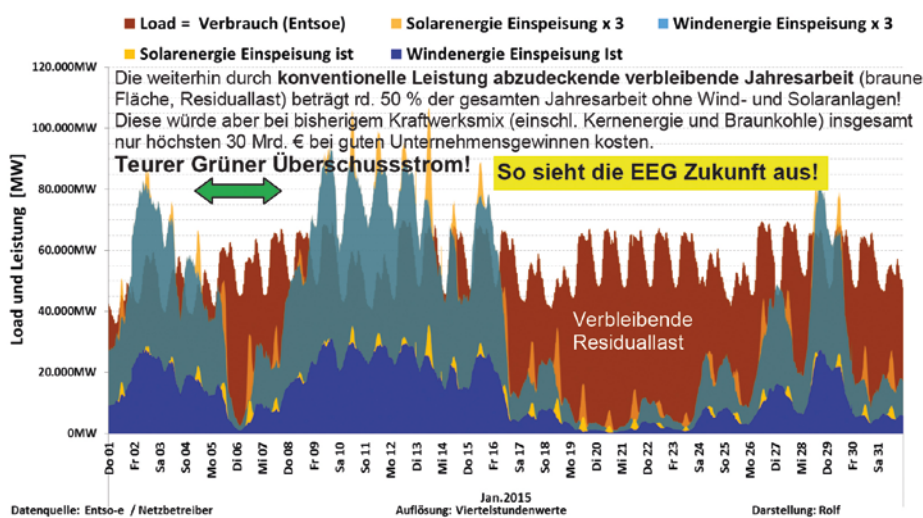
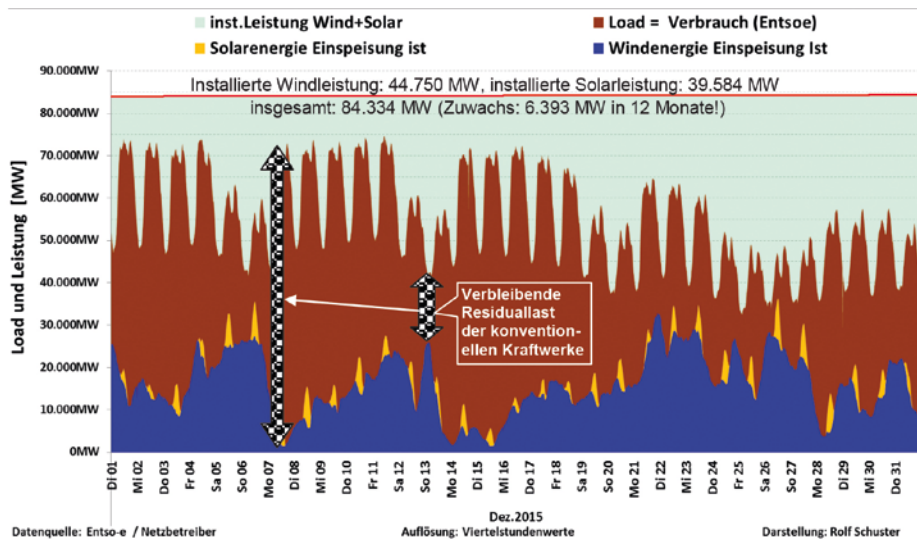
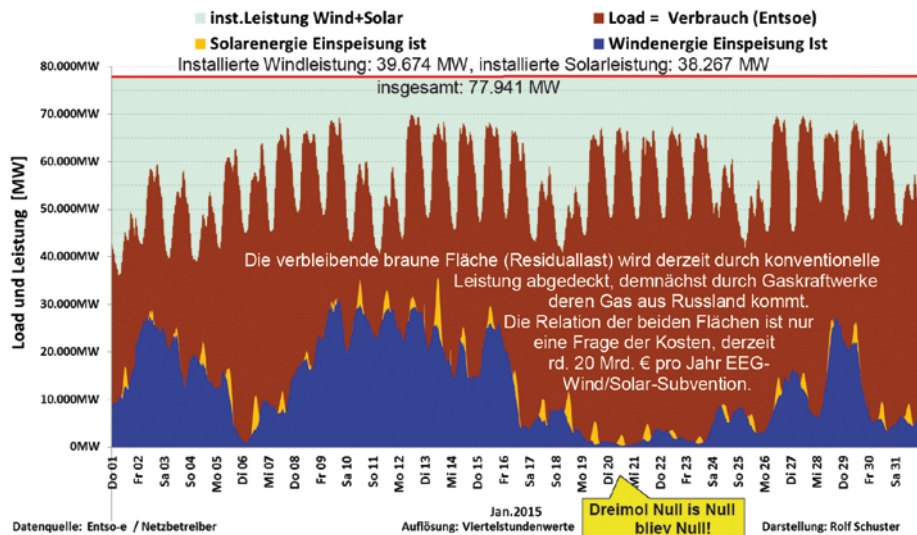
Die Energiewende entwickelt sich mit Überschreitung der Schwelle von über 30 % regenerativem Anteil an der Stromerzeugung hinsichtlich der Stromerzeugungskosten zunehmend als Fass ohne Boden für die Stromverbraucher und gleichzeitig als existenzbedrohliche Geschäftsbasis der Kraftwerkseigner der nach wie vor unverzichtbaren konventionellen Kraftwerke.

Die immer deutlicher zu Tage tretende unwirtschaftliche Einsatzdauer der konventionellen Kraftwerke bis hin zum modernsten Gaskraftwerk hat zu der real eingetretenen „schwersten Krise“ der deutschen Stromerzeugungswirtschaft infolge der unsinnigen politischen Zielvorgaben des Gesetzgebers im Rahmen der Energiewende in Verbindung mit wettbewerbswidrigen Vergütungsregelungen nach dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) geführt, und mit jährlich über 20 Mrd. € unvermeidbare Sonderlasten für alle Stromverbraucher verursacht.

Wie die Wahrheit der Energiewende aussieht, mögen die Leistungsganglinien für Deutschland aus Januar 2015 und Dezember 2015 untrüglich und für jedermann einsichtig deutlich machen:

In Köln lernte man bereits in der Schule, En d'r Kaygass Nummero Null: „Dreimol null es null, bliev null...“, dass auch durch beliebig viele Windräder bei Windflaute unsere Stromversorgung nicht sichergestellt werden kann.

Eine frequenzstabile elektrische Energieversorgung erfordert eine fast sekunden-genaue Übereinstimmung der erzeugten Leistung mit der sporadisch sich ändernden Verbraucherleistung und der vorrangi-



gen, sehr fluktuativen Wind- und Solarleistung. Bei 0,1 Hz Frequenzabweichung vom 50-Hz-Nennwert entspricht dies, bei dem im Verbundnetz wirksamen Leistungskoeffizienten von bis zu rd. 27.500 MW/Hz, dem zusätzlichen Betrieb oder Wegfall von zwei Kernkraftwerken am Netz oder 540 Windenergieanlagen zu je 5 MW Nennleistung bei einer Windstärke von rd. 12 m/s.

Die bisher installierte Photovoltaikleistung von 39,6 GW und die Windleistung von

44,7 GW, also insgesamt 84,3 GW nur fluktuierend verfügbare Leistung, hat einerseits die maximale Bedarfsleistung an Schwachlasttagen von rd. 45 GW bereits deutlich überschritten, ist aber andererseits nicht fähig, den maximalen Leistungsbedarf von rd. 75 GW zu mehr als 50 % abzudecken.

Dies führt immer häufiger zu nicht verwertbarer Erzeugungsleistung, die entweder abgeregelt werden muss oder wegen ne-

gativer Börsenpreise für viel Geld zu Lasten aller Stromverbraucher an unsere ausländischen Nachbarn abgegeben wird.

Unterstellt man z.B. fiktiv die dreifache Wind plus Sonnenleistungserzeugung, dies entspricht in etwa der Situation am Zielszenario der Energiewende, so ergibt sich die nachfolgend dargestellte Situation bezogen auf die Lastverhältnisse im Januar 2015:

Am 3., 4., 9., 20., 22., 23., 24. und 25.1.2015 war die Photovoltaikeinspeisung wegen wolkgiger Wetterlage praktisch vernachlässigbar gering. Die Windstromeinspeisung war vom 2. bis 5.1. und dann wieder vom 8.1. bis 16. 1. sowie vom 28. bis 30.1. von relativ bemerkenswertem Leistungsanteil mit rd. 50 % der maximalen Last.

Man erkennt, dass nun zu den windstarken Zeiten ein erheblicher Überschuss an regenerativer Stromerzeugung anfällt, sofern die Anlagen nicht massiv abgeregelt werden. Andererseits muss zu den wind-schwachen Zeiten praktisch 100 % konventionelle Kraftwerksleistung verfügbar sein. Solange die Kern- oder Braunkohlekraftwerke noch am Netz sind, können diese die Lücken der Residuallast hergeben (Lückenlastdeckung). Da die Kosten in diesen Kraftwerken bei der dann nur noch möglichen lückenhaften Betriebsweise mit vielleicht halbem Umsatz nahezu unverändert sind, geraten die Kraftwerkseigner in eine existenzbedrohliche Verlustzone. Perspektivisch wären dann, wegen der erheblich niedrigeren Anlagekosten, für die Lückenlastdeckung Gaskraftwerke wirtschaftlich günstiger, sofern die Mehrmengen von importiertem Erdgas aus Russland zu bezahlbaren Preisen verfügbar sind.

Wie sieht es im Haushaltskundenbereich (Tarifkunden) wirklich aus?

In den Medien wird über den berechtigten Ärger der Stromverbraucher über die steigenden Strompreise berichtet, aber die wirklichen Ursachen oft verschwiegen bzw. diese für die Leser nur in Unverständlichkeit vernebelt umschrieben.

Tatsache ist, dass durch „grüne“ Gesetzesinitiativen zunächst in der rot-grünen Regierung unter Gerhard Schröder am 1. April 1999 die Stromsteuer gegen die CDU/CSU-Opposition eingeführt wurde. Diese wurde durch die nachfolgende CDU-Regierungsbeteiligung dann zwar auf 3 Pf/kWh begrenzt (heute 2,05 ct/kWh), aber auch nicht wieder abgeschafft.

Anschließend wurde ebenfalls auf Initiative der „Grünen“ unter Umweltminister Trittin die EEG-Abgabe in Höhe von anfangs bescheidenen 0,43 ct/kWh, von Herrn Trittin mit einer Kugel Eis pro Monat als Kostenbelastung beschwichtigt, eingeführt. Diese beträgt heute 6,354 ct/kWh bzw. bei ei-



nem typischen Jahresverbrauch einer Familie von 4.000 kWh incl. MWSt. rd. 302 € im Jahr!

Damit ergibt sich für 2016 ein EEG-Umlagebetrag von 24,7 Milliarden Euro, bereits mehr, als die gesamte deutsche Stromerzeugung aus dem konventionellen Kraftwerkspark kosten würde, nämlich rd. 24 Mrd. € bei gutem Gewinn der Kraftwerksbetreiber, sofern die Kraftwerke rund um die Uhr produzieren dürfen.

Mit den staatlichen Abgaben wie Stromsteuer: 2,05 ct/kWh, EEG-Abgabe: 6,354 ct/kWh, Konzessionsabgabe: 1,66 ct/kWh, KWK-Umlage: 0,445 ct/kWh, §19 StromNEV-Umlage: 0,378 ct/kWh, §18 AbLaV-Umlage (Umlage für abschaltbare Lasten): 0,01 ct/kWh, Offshore-Umlage: 0,039 ct/kWh, Mehrwertsteuer: 4,75 ct/kWh, ergibt sich für einen Stromkunden mit 4.000 kWh Jahresverbrauch und 1.190 € Jahresstromrechnung, entsprechend 29,75 ct/kWh, ein staatlicher Anteil von 15,68 ct/kWh oder 53 %. Aus den verbleibenden 14,07 ct/kWh müssen die Netze und die Stromerzeugung bezahlt werden. Bei einem typischen Netznutzungsentgelt von 6,78 ct/kWh verbleiben für die Stromerzeugung 7,29 ct/kWh, einschließlich der Vertriebskosten, Messkosten und Unternehmensgewinne.

Es ist sicher einsichtig, dass das Sparpotenzial ausgehend von den 7,29 ct/kWh sehr begrenzt ist, eher wird dieser Preisanteil höher werden als geringer, denn die Stromerzeugung aus Offshore-Windenergieanlagen wird derzeit per Gesetz mit 19,4 ct/kWh vergütet, Onshore-Neuanlagen mit rd. 8,5 ct/kWh, Onshore-Altanlagen im Mittel mit rd. 13 ct/kWh, Photovoltaikanlagen im Bestand im Mittel mit rd. 16 ct/kWh, Neuanlagen bis 10 kW mit 12,31 ct/kWh.

Aus diesen Daten kann man leicht selbst abschätzen, wie weit die Stromerzeu-

gungskosten in naher Zukunft **mindestens** weiter ansteigen müssen, wenn wir in den Zielen der Energiewende von derzeit rd. 33 % Ökostrom gegen 100 % weiter voranschreiten. Aber bitte nicht klagen oder Schuldige bei den Stromunternehmen im Sektor der Stromerzeugung vermuten, sondern eher die 53%-Belastung durch staatliche Abgaben mit weiter steigender Tendenz einer kritischen Betrachtung würdigen.

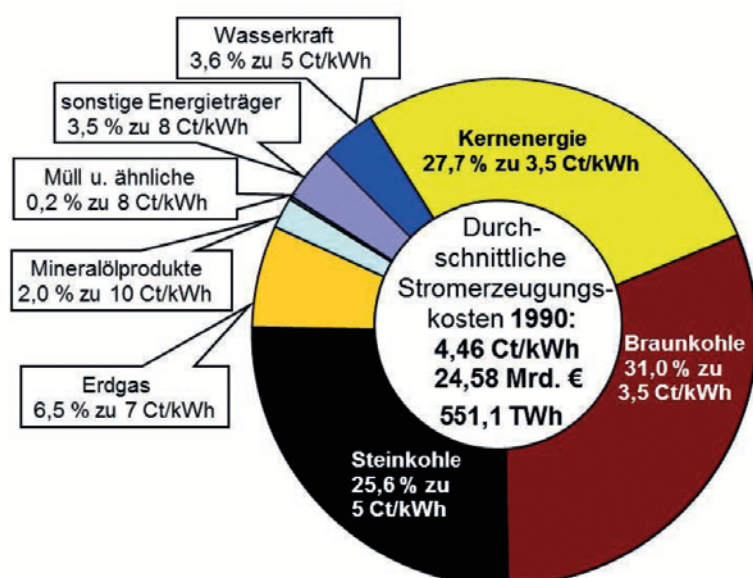
Das Attribut „**mindestens**“ ist sehr ernst gemeint, denn mit zunehmender vorrangiger EEG-Einspeisung werden die weiterhin notwendigen konventionellen Kraftwerke noch mehr in unwirtschaftliche Lastbereiche gezwungen, ohne Kostenersparnis realisieren zu können und daher sehr viel teurer, aber trotzdem unverzichtbar, es sei denn, jemand sorgt dafür, dass der Wind immer weht oder die Sonne auch nachts am wolkenlosen Himmel scheint.

Vorsorglich bitte ich mir nicht vorzuhalten, dass es Stromanbieter gibt, die den Ökostrom billiger anbieten als den Normalstrom, denn das weiß ich wohl, ist aber schlicht und einfach Betrug durch nachweisbare Quersubventionierung. Ebenso nicht, ich hätte die Stromspeicherung vergessen, denn die ist, welcher Art auch immer, in dem Rahmen bezahlbarer Strompreise – soweit man realistisch zu denken vermag –, schlicht unbezahlbar. Ebenso bitte keine Hinweise auf teuren „Atomstrom“, denn solange wir den hatten oder bis 2022 noch haben, sind die Stromerzeugungskosten nachweislich relativ günstig, in Ländern mit Kernkraftwerken auch zukünftig, aber das Thema ist für unser Land ohnehin auf absehbare Zeit erledigt. Daher kann man auch nicht erwarten, dass

die von der Städteregion Aachen mit einem Kostenaufwand von 100.000 € betriebene Klage der Sozietäten in Düsseldorf und Brüssel gegen die Wiederinbetriebnahme des belgischen des Kernkraftwerkes Tihange, zum Ziel der vorzeitigen Stilllegung führen wird, solange dessen Sicherheitsanalyse alle fachlichen Prüfungen besteht. Am Rande sei nur vermerkt, dass die Ersatzstrombeschaffung z.B. aus Offshore-Windenergieanlagen unseren belgischen Nachbarn tägliche Mehrkosten von rd. 4 Millionen Euro bescheren würde.

Die im Zuge der Elektromobilität häufig angesprochene Einbeziehung der ggfs. fortschreitenden Zahl von E-Autos auf unseren Straßen mit der Zielvorgabe: „eine Million“ bis Ende dieses Jahrzehntes – zur Überbrückung der Mangelzeiten der Stromerzeugung aus fluktuativer Stromeinspeisung aus Windenergieanlagen – ist leider auch nicht zielführend, wie man aus energie-technischer Sicht leicht zeigen kann:

An 5 Tagen mit nass-kalt-nebliger Wetterlage, in den Wintermonaten durchaus ein zu erwartender Zyklus, werden rd. 8 TWh elektrische Energie benötigt. Ein heutiges E-Auto hat typischerweise eine Batterie mit 20 kWh verfügbar. Unterstellen wir, dass diese vollständig für das Netz verfügbar wären, der Fahrer muss dann allerdings zu Fuß nach Hause gehen, sind für die 5 Tage ausbleibendem Wind- und Solarstrom 400 Millionen E-Autos an Stromspeicherkapazität erforderlich. Das ist rund das Zehnfache der in Deutschland vorhandenen Autos! Eine absurde Idee, E-Autos als Speicher für das Stromnetz nutzen zu können. Die 20-kWh-Stromspeicher entsprechen dem Energieinhalt von 2 l Benzin, wegen der höheren Energieeffizienz



beim E-Auto vergleichsweise 6 l bei einem Benzinauto, jedoch ohne Heizung oder Klimatisierung. Wer würde ein Benzinauto mit einem 6 l Tank kaufen, wobei allein der Tank rd. 10.000 Euro kostet und nach rd. 7 Jahren höchstwahrscheinlich erneuert werden muss?

Nicht weniger absurd sind die Smart-Meter-Vorstellungen zur Steuerung der Stromverbrauchsgeräte im Haushalt. Offenbar ist Herrn Mertens nicht bewusst, dass für die Haushaltsstromversorgung rd. 40 GW verfügbar sein müssen. Weitere 40 GW sind für die Industrie erforderlich, also insgesamt ist eine Maximalleistung von rd. 80 GW als gesicherte Leistung für das deutsche Verbundnetz notwendig. Dies bedeutet, dass ohne Smart-Meter und ohne jedwede Beeinflussung der 40 Millionen Haushaltskunden, eine spezifische Lastdeckung von 1 kW ausreicht, um alle sicher zu versorgen. Durch „intelligente“ Eingriffe in das Verbrauchsverhalten der Stromkunden, kann man – trotz hohem Kapitaleinsatz – mehr kaputt als gut machen, eben, gut gemeint ist noch lange nicht gut gemacht!

Zielführender ist das, was unsere Bundeskanzlerin, noch als damalige CDU-Chefin, bereits auf der Energiekonferenz am 29.10.2004 im Hyatt-Hotel in Köln vor Managern der Deutschen Energiewirtschaft mit Ihrem ureigenen Gespür für die normative Kraft gesellschaftlicher Fehlentwicklungen sagte:

„Auf die Dauer gibt es so viele Profiteure der Windenergie, dass Sie keine Mehrheiten mehr finden, um das noch einzuschränken“.

Beim Deutschland-Dinner des Handelsblattes in Berlin am 23.4.2013 sagte unse-



Quelle: ZfK, Mai 2013

re Bundeskanzlerin ebenso sehr zutreffend wie notwendig:

„Wir müssen jetzt ein Gesetz ändern, das die Alternativen fördert – und von dem viele profitieren. Wie bisher können wir nicht weitermachen“.

Dem ist nichts hinzuzufügen.

Fazit:

Es ist offensichtlich, dass der weitere Zubau fluktuativer regenerativer Energieerzeugungsanlagen zu einem immer ungünstigeren und ökonomisch ineffizienten Gesamtsystem für die Energieversorgung führt. Zur Sicherstellung einer bezahlbaren Energieversorgung als Basis allen Wirtschaftens ist daher an die politischen Entscheidungsträger zu appellieren, die weit überzogenen Ausbauziele auf einen vertretbaren Anteil der fluktuativen, regenerativen Energien mit einem Nennleistungsanteil von höchstens etwa 80 % der maximalen Verbraucherleistung zu begrenzen und darüber hinaus jede weitere Subventionierung zu versagen.

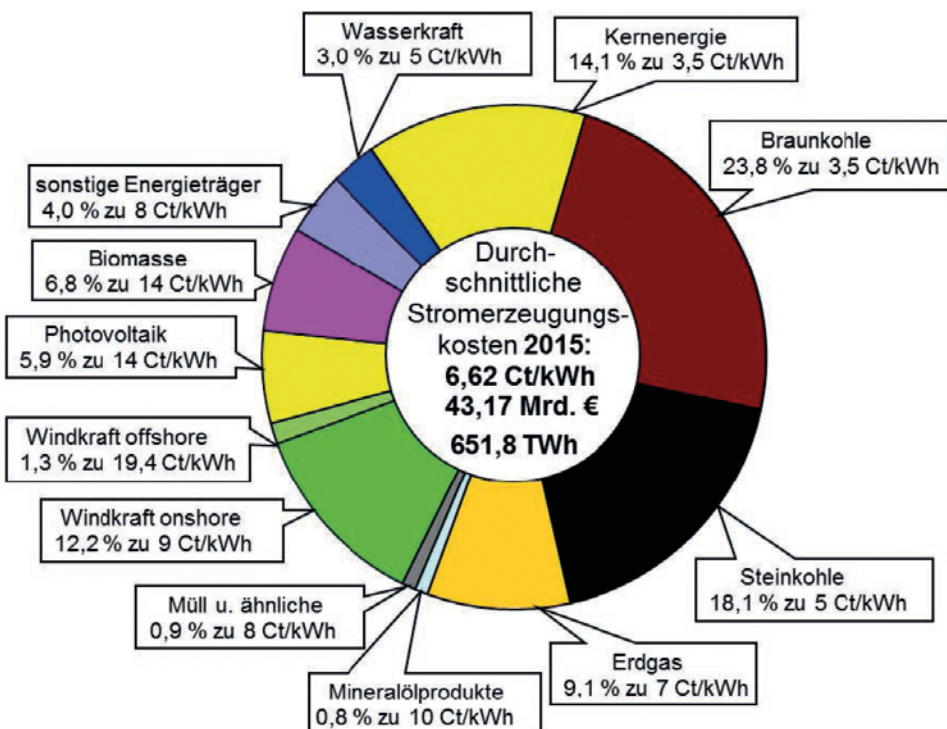
Die Ausgliederung der Kraftwerkssparte bei E.ON und die gegen Null tendierende

Dividende bei RWE (erstmalig nach über 100 Jahren) mit der Folge, dass die NRW-Kommunen, die rd. 25 % der RWE-Aktien halten, nun alle möglichen Steuern erhöhen müssen, um den Haushalt zu retten, zeigen der Politik wohl letztmalig, dass es höchste Zeit ist zu handeln und sich nicht in kosmetische EEG-Korrekturen oder in unrealistische Investitions-Wunschträume zu verlieren. Die Energiewendeziele ohne Speicher zu erreichen, **geht nicht, mit Speicher macht sie im Wettbewerb unbezahlbar.** Der VW-Skandal hat gezeigt, wohin die Verdrängung der Wahrheit führt, diesen Irrweg muss man erst gar nicht gehen, sondern die **Ziele** dem Stand der Technik gemäß realistisch formulieren.

Bezüglich der Energiewende möge die Mahnung unseres früheren Wirtschaftsministers Ludwig Erhard, dem Vater unserer sozialen Marktwirtschaft, zielführend sein: **„Ebenso wie beim Fußballspiel der Schiedsrichter nicht mitspielen darf, hat auch der Staat nicht mitspielen. Die Zuschauer würden es den Spielpartnern auch außerordentlich übel nehmen, wenn diese vorher ein Abkommen geschlossen und dabei ausgehandelt haben würden, wieviel Tore sie dem einen oder anderen zubilligten. Die Grundlage aller Marktwirtschaft bleibt die Freiheit des Wettbewerbs.“**

Helmut Alt

Bitte schicken Sie uns Ihre Meinung zu den in dieser Rubrik veröffentlichten Standpunkten bzw. senden Sie uns Ihre persönlichen Fragen und Positionen zur Energiewende, um diese zur Diskussion zu stellen.



V: NEUE VERÖFFENTLICHUNGEN



**V1 Elektroenergie-technik
Grundlagen · Tabellen**
Zemke, Wilfried;
Scherer, Alexander
ISBN 978-3-8007-3443-6

Das Buch ist in drei Komplexe eingeteilt, in Theorie, Tabellen und Bilder und Übungsbeispiele.

Im Kapitel Theorie werden die theoretischen Grundlagen der einzelnen Abschnitte in kurzer Form behandelt. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Theorie allgemein bekannt ist.

Das Kapitel Tabellen und Bilder enthält die für die Lösung der Übungsbeispiele notwendigen Unterlagen. Die bei einer Reihe von Tabellen gemachte Aussage [Richtwerte] weist darauf hin, dass es sich bei den Tabellenwerten um keine exakten bzw. festgelegten Werte handelt, die aber, wenn keine besseren Werte zur Verfügung stehen, durchaus als richtig angesehen werden können.

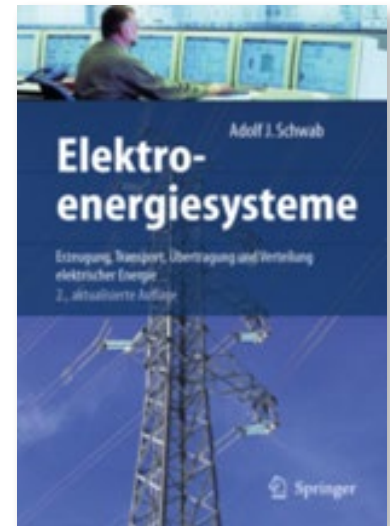
Das Kapitel Übungsbeispiele umfasst die Aufgabenstellungen und deren Lösungen zu den einzelnen Abschnitten. Dabei geht es besonders um praxisbezogene Aufgabenstellungen. Außerdem dient eine Reihe von Beispielen der Bestätigung der Theorie. Insgesamt sind 429 Beispiele vorhanden.



**V2 Netzschutztechnik –
Anlagentechnik für elektrische
Verteilungsnetze**
Schossig, Walter;
Schossig, Thomas
ISBN 978-3-8007-3927-1
E-Book: ISBN 978-3-8007-3929-5

Der Netzschutztechniker und Betreiber elektrischer Verteilungsnetze findet in diesem Band Ratschläge für die Praxis. Neben der Beschreibung der Funktion der Leitungs-, Transformatoren- und Anlagenschutzeinrichtungen, der selektiven Erdschlusserfassung, Spannungs- und Verstimmungsgradregelung werden Hinweise für die Auswahl, Inbetriebsetzung und Betriebsführung gegeben. Besonderer Wert wird auf allgemein gültige Einstellregeln und Prüfpfehlungen gelegt. Behandelt sind auch Messwandler, Hilfsenergieversorgung und Schaltfehlerschutz sowie Kennzeichnungssystematiken für Betriebsmittel und Schaltungsunterlagen.

Es wurden in der 5. Auflage Aktualisierungen und Ergänzungen vorgenommen.



**V3 Elektroenergiesysteme –
Erzeugung, Übertragung
und Verteilung elektrischer
Energie**
4. Auflage
Schwab, Adolf J.
ISBN 978-3-662-46855-6
ISBN 978-3-662-46856-2

In sehr verständlicher Weise führt das Buch in die Komplexität moderner Elektroenergiesysteme und die aktuelle Energiewende ein. Dabei werden technologische Innovationen und politische Rahmenbedingungen in Form des aktuellen Energiewirtschaftsgesetzes und des Erneuerbare-Energien-Gesetzes besonders berücksichtigt. Der so gewonnene Überblick ermöglicht den schnellen Einstieg in die umfangreiche Fachliteratur.

H: HISTORIE DER ELEKTROTECHNIK

2011 fand in Berlin eine gemeinsame Tagung der ETG, des VDE-Ausschusses Geschichte der Elektrotechnik und der PTB zur Geschichte der HGÜ statt. Wichtige, insbesondere historische Beiträge werden an dieser Stelle in gekürzter Form abgedruckt.

H1 Physik und Technologie der Quecksilberdampfventile für die HGÜ (Teil 2)

Johannes Mitterauer (†), Wien

Fortsetzung aus ETG-Mitgliederinformation 1/2016

3 Impuls-Filmkathode und Dynamische Feldemission (DF-Emission)

3.1 Impuls-Filmkathode

Im Jahre 1958 wurde Hans Bertele an das neugegründete Institut für Industrielle Elektronik der TH Wien berufen. Hier erfolgte – stark gehemmt durch jahrelange große materielle Schwierigkeiten – die Weiterführung der Forschungsarbeiten am Phänomen *Filmemission*. Die einzige zur Verfügung stehende Entladungsröhre mit Quecksilberfilmkathode war ein noch aus dem Imperial College in London stammendes abgeschmolzenes Gefäß, dessen Vakuumhaltung im Laufe der Zeit nachgelassen hatte.

Als Johannes Mitterauer im März 1961 seinen Dienst als Hochschulassistent am Institut für Industrielle Elektronik antrat, wurde er umgehend mit dieser Problematik konfrontiert. Da weiterhin die Vermutung bestand, dass die Qualität



Johannes Mitterauer (1936-2012).
Arbeitete an der TH Wien: 1960 Dipl.-Ing., 1967 Dr. techn.,
1986: Habilitation, 1997-2001 Ao. Prof. für Vakuumelektronik

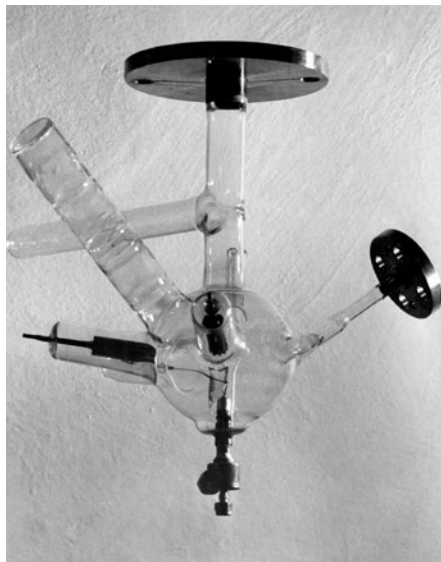


Bild 1: Entladungsröhre mit Quecksilberfilmkathode [21].
Photo: Technische Hochschule Wien

der Restgasatmosphäre auf das Erscheinungsbild und in weiterem Sinn auf den Emissionsprozess von entscheidendem Einfluss sei, wurde von Mitterauer [20] ein spezieller Ultrahochvakuumstand aufgebaut; die entsprechend adaptierte Entladungsröhre (Bild 1) wurde in einen weitgehend koaxialen Hochstrom-Entladungskreis integriert und in den UHV-Pumpstand eingebaut. Nunmehr konnte das Phänomen der Filmemission unter extrem sauberen Oberflächenbedingungen der Kathode in einer kontrollierten Restgasatmosphäre untersucht werden.

Die parallellaufende Beschäftigung mit der allgemeinen Problematik der Emission von kalten Kathoden ließ Mitterauer zur Überzeugung gelangen, dass eine zielführende theoretische Erklärung des Emissionsmechanismus der Filmemission nur bei Kenntnis der tatsächlichen Emissionsstromdichte möglich sei. Die Experimente von Gabor und Vithayathil [18] deuteten bereits auf die Existenz extrem rasch veränderlicher Emissionsphänomene hin, die nur mangels genügender Zeitauflösung nicht beobachtbar waren. Das Grundkonzept einer experimentellen Bestimmung der Stromdichte extrem transients Emissionszonen bei Filmemission sah daher die photographische Aufnahme der vermuteten Emissionszonen mit möglichst kurzer Belichtungszeit bei gleichzeitiger Messung des Entladungsstroms vor. Als Kamera kam eine elektronisch gesteuerte Einzelbild-Bildwandlerkamera (Beckman & Whiley 511 B) mit hohem optischen Auflösungsvermögen und Belichtungszeiten zwischen 5×10^{-9} s und 5×10^{-8} s zum Einsatz. Um die bei Belichtungszeiten im Nanosekundengebiet notwendige Helligkeit der Emissionszone zu erreichen, wurde statt des bisher immer üblichen stationären Betriebs der Entladungsröhre eine gepulste Betriebsart mit Spitzenströmen von etwa 10^4 A bei einer Impulsdauer der Größenordnung 10^{-6} s durchgeführt.

Als wichtigste Resultate dieser Experimente stellte Mitterauer [21], [22] fest:

- 1) Bildwandlernaufnahmen der Kathodenoberfläche bei den kürzesten Belichtungszeiten von 5×10^{-9} s zeigen einzelne helleleuchtende kreisförmige Kathodenflecke, die von einer diffusen, weniger hellen Zone umgeben sind (Bild 2) Identifiziert man den hellen Kern dieser Flecke mit der tatsächlichen Emissionszone – wobei der diffuse äußere Bereich als Abbild des expandierenden Quecksilberdampfes angenommen wird – so ergibt sich eine Emissionsstromdichte von mindestens 2×10^{10} A m⁻².
- 2) Bildwandlernaufnahmen bei größeren Belichtungszeiten von 5×10^{-8} s ergeben eine Expansionsgeschwindigkeit des aus der Emissionszone ausströmenden leuchtenden Quecksilberdampfes von maximal 5×10^4 m s⁻¹; die Emissionszonen selbst bewegen sich mit Geschwindigkeiten von etwa 10^4 m s⁻¹.
- 3) Das visuelle Erscheinungsbild der Filmemission als homogenes Leuchten der gesamten Ankeroberfläche entspricht nicht den tatsächlichen Verhältnissen und wird durch die äußerst rasche Bewegung helleleuchtender Emissionsgebiete und deren expandierende Dampfzonen vorgetäuscht.
- 4) Bei einer Emissionsstromdichte zwischen 10^{10} A m⁻² und 10^{11} A m⁻² kommt als Emissionsmechanismus an der Filmkathode nur Feldemission in Frage.

Der Aufbau einer neuen koaxialen Entladungsröhre mit Filmkathode, eine weitgehende Verbesserung der elektronischen Steuerungs- und Messtechnik sowie vor allem der Einsatz einer zweiten Bildwandlerkamera – wodurch nun die Aufnahmen von zwei Kurzzeitphotographien im vor-

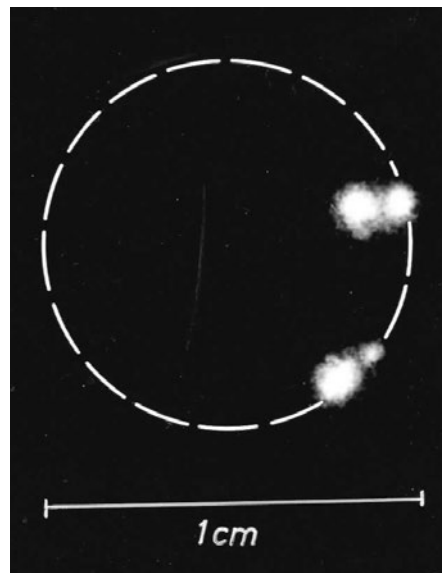


Bild 2: Kurzzeitbildwandlerphotographie der Emissionszone einer gepulsten Hochstromentladung an einer Quecksilberfilmkathode [21], [22] (Belichtungszeit 5×10^{-8} s, Spitzenstrom 8×10^4 A)

wählbaren Zeitabstand möglich wurden – erbrachten wohl verbesserte, aber nicht grundsätzlich neue Ergebnisse [23].

Obwohl die Experimente von Mitterauer [21], [22], [23] erstmals klar die Existenz extrem transients Emissionsprozesse hoher Stromdichte in einem charakteristischen Zeitbereich von größenordnungsmäßig 10^{-8} s an Filmkathoden nachgewiesen hatten und Feldemission als Emissionsmechanismus wahrscheinlich erscheinen ließen, blieben viele Fragestellungen weiter offen. Die Richtung, in der weitere Untersuchungen vorzunehmen waren, war jedoch vorgezeichnet: Die Untersuchung von transienten Feldemissionsprozessen in einem Zeitbereich von etwa 10^{-9} s und in räumlichen Dimensionen, die durch den Mechanismus der filmartigen Quecksilberkondensation auf der Molybdänoberfläche einer Filmkathode bestimmt werden.

3.2 Filmemission und Dynamische Feldemission (DF-Emission)

Als Ergebnis langjähriger Bemühungen, eine einheitliche Theorie zu erstellen, die sowohl die instationären Anfangsstadien als auch die quasistationären Erscheinungsformen des Kathodenflecks an kalten Kathoden einer Bogenentladung beschreibt, wurde von Mitterauer [24], [25] die neue Theorie der Dynamischen Feldemission vorgeschlagen. Zwei grundsätzliche Vorstellungen bilden die Grundlage dieser Theorie.

- 1) Das visuelle Erscheinungsbild eines makroskopisch stationären Kathodenflecks wird durch die rasche Aufeinanderfolge einer Vielzahl extrem instationärer Emissionsprozesse vorgetäuscht. Der tatsächlich wirksame Emissionsmechanismus ist Feldemission von submikroskopischen Emissionszentren der Struktur der Kathodenoberfläche, wobei diese Emissionszentren durch die thermischen Effekte der Feldemission bei hohen Stromdichten explosionsartig verdampfen.
- 2) Die Struktur der Kathodenoberfläche ist für die Entstehung und Aufrechterhaltung von Kathodenflecken von prinzipieller Bedeutung; die für die Einzelemissionsprozesse essentiellen Emissionszentren werden durch regenerative Prozesse (vornehmlich Kondensation des verdampften Kathodenmaterials) im Kathodenfleck selbst fortlaufend neu gebildet.

Grundlegende Annahmen der Theorie der DF-Emission – die Existenz submikroskopischer Emissionszentren, die regenerativ im Kathodenfleck selbst entstehen, sowie der entscheidende Einfluss der Struktur der Kathodenoberfläche – konnten für eine Festmetallkathode aus Kupfer mittels elektronenmikroskopischer Methoden experimentell verifiziert werden [26]. Eine direkte experimentelle Verifikation dieser

Grundannahmen der Theorie der DF-Emission steht für den Fall der flüssigen Quecksilberkathode noch aus und scheint auch mit der für die Kupferkathode erfolgreich angewandten elektronenmikroskopischen Beobachtungsmethode nicht ohne weiteres möglich.

Die Experimente von Bertele [11], [12] haben den entscheidenden Einfluss von Kondensation und Verdampfung auf der Ankeroberfläche einer Quecksilberfilmkathode für das Zustandekommen der Emissionsform der Filmemission aufgezeigt. Kondensation von Quecksilber auf der Kathodenoberfläche ist jedoch zweifellos ein Vorgang, der die allgemeine Struktur dieser Oberfläche nachhaltig verändert. Es lag daher nahe, die Theorie der DF-Emission im Hinblick auf den grundlegenden Einfluss der Struktur der Kathodenoberfläche auf die Emissionsform an einer Quecksilberfilmkathode experimentell zu verifizieren. Zu diesem Zweck wurden Kurzaufnahmen des makroskopischen Erscheinungsbildes der Emission bei verschiedenen Oberflächenzuständen einer Filmkathode durchgeführt, um daraus Rückschlüsse auf die von der Theorie angenommenen transienten mikroskopischen Emissionsprozesse ziehen zu können; um verschiedene Oberflächenzustände der Filmkathode primär durch die Entladung selbst herstellen zu können, wurde die bisher verwendete Experimentiereinrichtung [23] teilweise modifiziert [27], [28].

Eine Analyse der in sichtbaren Erscheinungsformen der Emission ergibt als Folgerungen hinsichtlich des Einflusses der Struktur der Kathodenoberfläche:

- 1) Makroflecke entstehen an der Kathodenoberfläche vorzugsweise an deren scharfen kreisförmigen Rand oder an den Benetzungslinien zwischen makroskopischen kondensierten Quecksilbertropfen und dem Molybdänanker. Die Emissionsform der Fleckemission wird daher vorwiegend durch die Makrostruktur der Kathodenoberfläche bestimmt.
- 2) Die durchwegs gleiche Länge der leuchtenden radialen Linien deutet auf einen einheitlichen Mechanismus ihrer Entstehung hin. Diese Linien werden durch eine scheinbar kontinuierliche Ausbreitung relativ kleiner, helleuchtender Makroflecke entlang der durch die radialen Riefen gebildeten Vorzugsrichtungen der Makrostruktur der Kathodenoberfläche hervorgerufen. Die durch den Quotienten aus Linienlänge und Belichtungszeit definierte mittlere radiale Ausbreitungsgeschwindigkeit der Emission beträgt größenordnungsmäßig 10^4 m s⁻¹ und stimmt mit früheren Abschätzungen der scheinbaren Geschwindigkeit von Emissionszonen überein [22].

- 3) Selbst bei den hohen Impulsströmen und der extrem kurzen Belichtungszeit von 10^{-8} s zeigt die voll ausgebildete Filmemission keine erkennbare Inhomogenität durch ausgeprägte leuchtende Linien oder Flecke.

In Weiterführung der Hypothesen von Gabor und Vithayathil [18] und Mitterauer [22] kann angenommen werden, dass diese scheinbare Homogenität der Filmemission durch eine Vielzahl von sehr kleinen, hellen Kathodenflecken vorgetäuscht wird; die Größe und Lebensdauer dieser Mikroflecken liegt jedoch unterhalb des Auflösungsvermögens der hier verwendeten mikrographischen Kurzzeittechnik, das etwa 10^{-5} m und 10^{-8} s beträgt.

Obwohl die gegenständlichen Experimente neben dem erstmaligen Nachweis der Existenzfähigkeit der Filmemission auch für sehr große Entladungsstromstärken und für sehr kurze Zeiträume neue Hinweise für den essentiellen Einfluss der Oberflächenstruktur einer Quecksilberfilmkathode auf das jeweilige visuelle Erscheinungsbild der Emission geben konnten, wird die Problematik der tatsächlich in der Emissionszone der Filmemission ablaufenden Prozesse nur nach noch kleineren zeitlichen und räumlichen Dimensionen verschoben.

Grundsätzlich scheint jedoch der hier eingeschlagene Weg zielführend zu sein, so dass eine weiterentwickelte Hypothese der Filmemission auf der Grundlage der Theorie der DF-Emission vorgeschlagen wird:

Der jeweilige Zustand der Kathodenoberfläche – definiert als allgemeine Struktur der Kathodenoberfläche – scheint bei weitem der ausschlaggebende Faktor für das Auftreten der verschiedenen Emissionsformen an Quecksilberfilmkathoden zu sein. Als wesentliche Voraussetzung der Emissionsform der Filmemission wird dynamisches Gleichgewicht zwischen Verdampfung und Kondensation von Quecksilber an der Kathodenoberfläche angenommen. Die Kondensation von Quecksilber auf Molybdän verläuft zumindest in den Anfangsphasen nach den Gesetzmäßigkeiten der heterogenen Nukleation und Kondensation [29]; die Kondensationsrate schwankt dabei weitgehend in Abhängigkeit von mikroskopischen und submikroskopischen Unregelmäßigkeit der Oberflächenstruktur des Molybdänankers.

Es wird weiterhin angenommen, dass das dynamische Gleichgewicht sowohl die Kondensation winziger Quecksilbertröpfchen an Vorzugsstellen dieser Mikrostruktur der Kathodenoberfläche als auch die Verdampfung dieser Quecksilbertröpfchen – welche Emissionszentren darstellen – durch die thermischen Effekte der Feldemission beinhaltet; das dynamische Gleichgewicht wird somit durch den Emissionsprozess selbst aufrechterhalten.

Die extrem transienten, submikroskopischen Mikrokathodenflecke sind leuchtende Folgerscheinungen der explosionsartigen Verdampfung kleinster Quecksilbertröpfchen durch die thermischen Effekte der Feldemission bei Stromdichten, welche die der Makroflecken um einige Größenordnungen übertreffen. Die Makroflecke selbst stellen bloß die leuchtenden Hüllen einer Vielzahl von Mikroflecken an strukturell bedingten Vorzugsstellen der Kathodenoberfläche dar.

Filmemission und Fleckemission an Quecksilberfilmkathoden sind nur phänomenologisch verschiedene Emissionsformen in verschiedenen Größenordnungen ein und desselben Emissionsmechanismus.

Zur quantitativen Verifizierung dieser Hypothese ist neben weiteren Experimenten die Simulation von Einzelprozessen der DF-Emission in Aussicht genommen; als erster Anwendungsfall wurde die numerische Simulation des transienten Temperaturverhaltens mikroskopischer Emitterspitzen bei Feldemission durchgeführt [30]. Als wichtigstes Resultat dieser Simulation ergab sich, dass explosive Verdampfungsvorgänge von Emitterspitzen in Zeiten kleiner als 10^{-9} s ablaufen können; eine prinzipielle Bestätigung der experimentell begründeten Hypothese der extrem kurz dauernden Mikroprozesse im Kathodenfleck scheint dadurch gegeben. Die Aspekte einer weiteren Erforschung der Elektronenemission des Kathodenflecks deuten auf ein Wechselspiel zwischen mathematischer Simulation und experimenteller Verifikation der hier vorgeschlagenen Hypothese. Die überragende Rolle der Quecksilberfilmkathode innerhalb dieser experimentellen Verifikation besteht darin, dass die Filmemission die bis heute einzige bekannte Möglichkeit zu bieten scheint, die Mikroprozesse des Kathodenflecks einer direkten Beobachtung zugänglich zu machen. Die von Bertele [15] bereits bei der Entdeckung des Phänomens der Filmemission ausgesprochene Vermutung einer Reindarstellung des ursprünglichsten Emissionsmechanismus des Kathodenflecks scheint sich nun zu bestätigen.

4 Liquid Metal Plasma Valves (LMPVs) und LM-Kathode

Im Jahr 1990 stellte Wilfried Eckhardt – längst freiberuflicher Berater – einen Überblicksbericht [31] vor, der eine Zusammenfassung jenes beträchtlichen Teiles des Lebenswerkes von Gisela und Wilfried Eckhardt darstellt, das beide als Wissenschaftler in den Hughes Research Laboratories, Malibu, CA der Hughes Aircraft Company, Culver City, CA, USA in Forschung und Entwicklung von Vakuumschaltröhren mit Flüssigmetallkathoden (Liquid Metal Plasma Valves, LMPVs) [32], [33], [34] erarbeitet haben. Im Folgenden sei dieser Bericht – soweit er Quecksilberdampf-Höchstspan-

nungsventile betrifft – auszugswise wiedergegeben und kommentiert.

Die von den Hughes Research Laboratories als Hochspannungs-Stromrichter und Hochstrom-Schalter entwickelten Vakuumschaltröhren mit Flüssigmetallkathoden (LMPVs) vereinigen die charakteristischen Eigenschaften der konventionellen Flüssigmetall-Lichtbogengefäße (Einanoden- und Mehranoden/Mehrgitter-Quecksilberdampfventile) mit denen der klassischen Festmetall-Vakuumlichtbogengefäße (Vakuum-Funkenstrecken und Vakuumschalter). Als die Entwicklung dieser LMPVs begann, lagen bereits einige Jahrzehnte Kathodenfleckforschung an Quecksilberdampf-Stromrichter und Vakuumlichtbögen zurück; manche grundsätzliche Phänomene waren dennoch nicht genügend erklärt. Daher wurden am Hughes Research Laboratories neue Untersuchungen des Kathodenfleckverhaltens und der Dampfströmungen im Entladungsraum durchgeführt, die zu einem weitaus besseren Verständnis des Vakuumbogens im Allgemeinen sowie essentiellen Beiträgen in Optimierung und Betrieb von LMPVs führten.

Ein Hauptcharakteristikum dieser LMPVs sind schwerkraftunabhängige Quecksilber-Flüssigmetallkathoden, die für ein Elektron/Atom-Emissionsverhältnis zwischen 50 und 100 konzipiert sind. Dieses Verhältnis ist erheblich höher, als es in konventionellen Gefäßen erreicht wurde. In Kombination mit einer geeigneten Elektrodenkonfiguration ergibt sich ein niedriger Umgebungsdampfdruck, sodass der von der Kathode emittierte Plasmastrahl sich wie in einem Vakuumschalter ausbreitet und einen sehr raschen Abfall sowohl der Plasma- als auch Neutralteilchendichte im Entladungsraum zur Folge hat.

Diese charakteristischen Eigenschaften werden durch eine spezielle, ringförmige Kathodenkonstruktion (LM-Kathode) erreicht. Quecksilber wird mittels Zwangsförderung in den ringförmigen Spalt eines Molybdänkörpers über einen Strömungswiderstand transportiert; dadurch kann der Quecksilberausfluss gemessen und gesteuert werden. Der massive, wassergekühlte Molybdänanker gewährleistet eine gute Wärmeableitung aus den sich an der inneren und äußeren Peripherie an den Benetzungslinien zwischen Quecksilberoberfläche und Molybdän bildenden Kathodenfleck.

Bei Betrieb der Röhre erfolgt ein Formierungsprozess, durch den die Benetzung des Molybdäns mit Quecksilber beschleunigt wird, sodass alle Kathodenflecke an der Benetzungslinie verankert sind und fast keine Tröpfchenemission von der kreisringförmigen freien Quecksilberoberfläche erfolgt. Die thermische Verdampfung von dieser freien Oberfläche wird durch deren

kleine Ausdehnung und die Kathodenkühlung minimiert.

Messungen an einer etwas modifizierten, konischen LM-Kathode – die nur eine Benetzungslinie, dafür aber eine kreisförmige freie Quecksilberoberfläche aufweist – ergaben die Emission von zwei verschiedenen Teilchenflüssen [35], [36], [37]. Die erste Gruppe besteht aus Neutralatomen mit einer mittleren thermischen Geschwindigkeit von $(2 \dots 10) \times 10^2$ m s⁻¹ und stammt von der freien Quecksilberoberfläche; die zweite Gruppe besteht aus Ionen mit superthermischer Geschwindigkeit von etwa $7,5 \times 10^3$ m s⁻¹ und wird von den verankerten Kathodenflecken emittiert.

Ladungsaustauschkollisionen zwischen den zwei Teilchenarten resultieren in schnellen Neutralteilchen und langsamen Ionen; ein totales Geschwindigkeitsgleichgewicht zwischen den ursprünglichen Teilchenflüssen wird bereits in einem Abstand der Größenordnung $(1 \dots 10) \times 10^{-3}$ m von der Kathode erreicht. Die Gleichgewichtsgeschwindigkeit ist abhängig von dem jeweiligen Elektron/Atom-Emissionsverhältnis der Kathode, da letzteres das Verhältnis zwischen schnellen und langsamen Teilchenflüssen bedingt. Die Existenz dieser zwei Teilchenflüsse mit unterschiedlichen mittleren Geschwindigkeiten war bisher nicht bekannt.

Kurzzeitphotographische Untersuchungen an einer LM-Kathode mittels einer ultraschnellen Bildwandlerkamera [38], [39] ergaben für Gleichspannungsbetrieb, dass die Verankerung von Kathodenflecken an der Benetzungslinie bis zu einer linearen Stromdichte von 700 bis 750 A cm⁻¹ möglich ist. Diese Stromdichte ist extrem hoch, verglichen mit den in der Literatur für konventionelle Quecksilberkathoden mit Linienemission an Ankerkörpern angegebenen Werten von 40 bis 50 A cm⁻¹.

Diese neuen Ergebnisse stellen eine der Grundlagen für die Formgebung und Oberflächenstruktur von LM-Kathoden mit optimaler Verankerung und Stabilität der Kathodenflecke dar. Für sehr hohe Ströme kann die Gewährleistung von ausreichend langen Benetzungslinien durch das Aufbringen von V-förmigen Rillen auf der gesamten aktiven Kathodenoberfläche erreicht werden. Diese Rillengeometrie bewirkt eine lokalisiert konkave Kathodenoberfläche und erlaubt innerhalb der Oberflächenspannungsgrenzen eine vermehrte Speicherung von Quecksilber im Vergleich zu einer konvexen Oberfläche.

Schließlich ergab eine verbesserte, modellmäßige Auswertung [40] der experimentellen Ergebnisse an einer modifizierten LM-Kathode im Gleichspannungsbetrieb [35], dass jenseits der Zone der Ladungsaustauschkollisionen Ionen und Neutralatome innerhalb des gleichen kreisförmigen Dampf-Konus emittiert werden und der

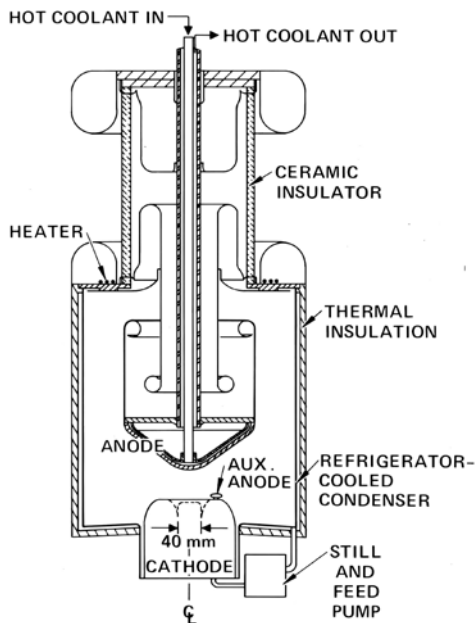


Bild 3: Schematischer Querschnitt eines Converter LMPV.
Bild: Hughes Aircraft Company

Öffnungswinkel dieses Konus von dem Elektron/Atom-Emissionsverhältnis abhängt. Dieser ist erheblich kleiner als 180° und liegt je nach Emissionsverhältnis im Bereich von 80° bis 100° .

Die konsequente Auswertung dieser Experimente [35] – [40] mit teilweise ganz neuen Ergebnissen erlaubte sukzessive die Konstruktion von völlig neuartigen Höchstspannungs-Quecksilberdampfventilen (Converter LMPVs) mit äußerst geringen Abmessungen ohne Spannungsstaffelung (Bild 3).

Anfänglich war die Entwicklung auf Converter-LMPVs mit einer Nennleistung von 100 MW (100 kV, 100 A Scheitelwert) konzentriert; ein weitaus größerer Bedarf besteht jedoch für Ventile höherer Leistungsklasse, vor allem für eine Nennleistung von 240 MW (133 kV, 1800 A) und 270 MW (150 kV, 1800 A). Daher wurden an vorhandenen Ventilen mittels einer synthetischen Prüfschaltung erfolgreiche Kurzzeittests mit einer höheren Nennleistung bis zur Nennbelastung von 133 kV/1800 A durchgeführt. Um die Tauglichkeit der Ventile für Höchstspannungen zu demonstrieren, wurden Tests bei 200 kV/1000 A, 275 kV/200 A und 310 kV statisch durchgeführt. Bei allen dynamischen Tests arbeitet ein Ventil als Gleichrichter, eines als Wechselrichter und ein drittes als Kurzschlusschalter (ähnlich einem Crowbar-Schalter bei Hochspannungs-Kondensatorbänken).

1978 wurden diese Forschungs- und Entwicklungsarbeiten von der Hughes Aircraft Company eingestellt.

5 Nachwort und Ausblick

Im Juli 1973 feierte Hans Bertele seinen 70. Geburtstag. Aus diesem Anlass wid-

mete ihm die österreichische Fachzeitschrift Elektrotechnik und Maschinenbau ein Sonderheft. Als Zusammenfassung der Arbeiten von Bertele und mir verfasste ich eine Übersichtsarbeit [41], die beinahe 40 Jahre später den Grundstein des vorliegenden Beitrages bilden sollte.

Zufällig geriet dieser Artikel in die Hände des Entwicklungschefs für Ionentriebwerke der European Space Agency (ESA) in Noordwijk (Holland). Ein Lieblingsprojekt war damals Field Emission Electric Propulsion (FEEP): Miniaturisierte Ionentriebwerke mit Feldionisation des Flüssigmetalls Cäsium. Das Fazit dieses Zufalls: Die ESA vergab insgesamt drei Forschungsaufträge an mich als persönlichen Vertragspartner, die mir mit Folgeaufträgen 25 Jahre Forschungs- und Entwicklungstätigkeit beschieden.

Doch wie sehe ich heute die Situation der Quecksilberdampf-Hochspannungsventile? Sind die Forschungsarbeiten von Bertele, den Eckhardts und mir obsolet geworden, seit die Quecksilberdampfgefäße für die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung durch Halbleiterventile ersetzt wurden? Mitnichten! Ich sehe in einem entscheidenden Bereich der Elektrotechnik – der Hochspannungs-Vakuumschaltertechnik – eine ähnliche Entwicklung wie in der Hochspannungs-Stromrichtertechnik vor 75 Jahren – nämlich das Vordringen der Vakuum-Leistungsschalter in immer höhere Spannungsbereiche. Entladungsphysikalisch bestehen sehr deutliche Analogien zwischen den Ventilen und Vakuumschaltern. Beide weisen eine prinzipiell ähnliche Funktionsweise auf, da in der ersten Halbperiode der Lichtbogen zwischen dem Kathodenfleck auf einem flüssigen bzw. aufgeschmolzenen Kathodenbereich und einem festen bzw. aufschmelzenden Anodenbereich existiert. Analoge Lösungsansätze für die Spannungsbeherrschung sowie die Rückzündungs- bzw. Durchschlagssicherheit sind daher evident.

Literatur und Anmerkungen

- [11], [12] und [18]
siehe Teil 1 in ETG-Mitgliederinformation 1/2016
- [20] Mitterauer, J.: Ein Ultrahochvakuum-Experimentierpumpstand zur Untersuchung der Filmemission beim Quecksilberdampf-Niederdruckbogen. In: Elektrotechnik und Maschinenbau 83 (1966), S. 308-311
- [21] Mitterauer, J.: Stromdichtemessungen an der Quecksilber-Filmkathode einer Hochstrom-Impulsentladung, Diss. TH Wien 1967
- [22] Mitterauer, J.: Current density of electron emission from thin mercury films. In: Proc. 8th Int. Conf. Phenomena in Ionized Gases, Wien 1967, S. 90
- [23] Mitterauer, J.: Nanosecond performance of low pressure arc discharge with mercury film cathode. In: Proc. Int. IEE-Conf. Gas Discharges, London 1970, S. 590-594
- [24] Mitterauer, J.: Dynamic field emission (DF-Emission): A new model of cathode phenomena in cold cathode arcs, Proc. 2nd Int. IEE-Conf. Gas Discharges London 1972, S. 215-217
- [25] Mitterauer, J.: Dynamische Feldemission (DF-Emission): Eine neue Modellvorstellung des Kathodenflecks an kalten Kathoden. In: Acta Phys. Austr. 37 (1973), S. 175-192
- [26] Mitterauer, J.: Experimental evidence of dynamic field emission (DF-Emission) within the cathode spots of cold cathode arcs. In: Nature Physical Science 241 (1973), S.163-165
- [27] Mitterauer, J.: Experimental evidence of different emission modes on mercury film cathodes of pulsed high current arcs. In: Proc. 11th Int. Conf. Phenomena in Ionized Gases, Prague 1973, S. 71
- [28] Mitterauer, J.: The surface dependence of different emission modes on mercury arc film cathodes. In: J. Phys. D: Appl. Phys. 6 (1973), S. L91-L93
- [29] Hirth, J. P., G. M. Pound, Condensation and Evaporation, London: Pergamon Press, 1963
- [30] Mitterauer, J., E. Oitzl, P. Till, Numerical simulation of transient Joule heating of a cathode protrusion by field emission. In: Proc. 11th Int. Conf. Phenomena in Ionized Gases, Prague 1973, S. 70
- [31] Eckhardt, W. O.: Liquid-Metal-Cathode Vacuum-Arc Devices. In: Proc. XIVth Int. Symp. Discharges and Electrical Insulation in Vacuum. In: Post-Deadline Proceedings Supplement, Santa Fe, USA 1990, S. 778-782
- [32] Eckhardt, W. O.: Liquid-metal arc cathode with maximized electron/atom emission ratio, U.S. Patent No. 3,475,636, 1969
- [33] Eckhardt, W. O.: Liquid-metal arc switching device and process, U.S. Patent No. 3,659,132, 1972
- [34] Eckhardt, G., W. O. Eckhardt: Liquid-metal plasma valve configuration, U.S. Patent No. 4,093,636, 1978
- [35] Eckhardt, G.: Efflux of atoms from cathode spots of low-pressure mercury arc. In: J. Appl. Phys. 42 (1971), S. 5757-5760
- [36] Eckhardt, G.: Velocity of neutral atoms emanating from the cathode of a steady-state low-pressure mercury arc. In: J. Appl. Phys. 44 (1973), S. 1146-1153

- [37] Eckhardt, G.: Interpretation of data on cathode erosion and efflux from cathode spots of vacuum arcs. In: J. Appl. Phys. 46 (1975), S. 3282-3285
- [38] Eckhardt, G.: Study of the anchored cathode spots of a dc mercury arc. In: Proc. 28th Gaseous Electronics Conference, Rolls, MO, USA 1975
- [39] Eckhardt, G.: Properties of anchored cathode spots of a dc mercury vacuum arc. In: IEEE Trans. Plasma Sci. PS-8 (1980), S. 295-301
- [40] Eckhardt, G.: Vapor-cone angles of neutrals and ions emanating from the cathode of a dc mercury vacuum arc. In: J. Appl. Phys. 47 (1976), S. 4448-4450
- [41] Mitterauer, J.: Die Quecksilberfilmkathode. In: Elektrotechnik und Maschinenbau 90 (1973), S. 316-323

L: LESERFORUM

L1 Leserbrief von Dr. Ing. Friedrich Kappius

Sehr geehrter Herr Speh,

als pensionierter ehemaliger Siemenskollege und langjähriges VDE/ETG-Mitglied lese ich gern die z.T. sehr umfangreichen und interessanten Leserbriefe und Antworten im Leserforum, so auch die Januarausgabe 2016.

Gern komme ich Ihrer Aufforderung nach, mich an der Diskussion des Speicherbedarfs im Rahmen der Energiewende/Stromwende zu beteiligen.

Erfreulich stelle ich die Übereinstimmung unter den Fachleuten fest, dass ohne Speicher der weitere Ausbau der hoch volatilen EE-Kraftwerke auf Basis Wind und Sonne nicht möglich ist. In Ihrer Antwort L8 auf den Leserbrief von Helmut Alt schreiben Sie: „Power2Gas ist zurzeit die wohl einzige ernst zu nehmende Alternative, wenn es um die saisonale Speicherung großer Mengen von Energie geht“.

Auch ich sehe sie als z.Z. technisch einzig möglich an. Darf man diese Speicherung im Rahmen der Stromwende aber wirklich ernst nehmen?

Dazu im Folgenden meine Überlegungen: In einem Vortrag zeigte Prof. Herold Erlangen, ein Bild über die gemessene Leistungseinspeisung der Wind- und Solarkraftwerke in Deutschland über 3 Wochen in einem sonnenreichen Monat April mit 12 Tagen Windflaute und einem Mittelwert von 31 % der Maximalleistung aus Wind und Sonne und 26 % aus Wind (Bild 1). Die Bezeichnung „Flatterstrom“ ist

dabei sehr zutreffend. Auf dieser Basis erlaube ich mir folgende grobe Überschlagsrechnung für das im VDE-Leitfaden vom Nov. 2013 beschriebene „System Power to Gas“ mit Methanisierung und – nur zur Vereinfachung – mit Strom aus 100 % regenerativer Energiequelle Onshore-Wind. Außerdem sind Onshore-WKW kostengünstiger als Solarkraftwerke und Offshore-WKW.

Wegen der physikalisch notwendigen Leistungsbilanz im Stromnetz und 80 GW Winterlast in Deutschland dürfen nur ca. 26.000 WKW mit 3MW direkt ins Netz einspeisen bei der optimistischen Annahme, dass die wirkliche Leistung die installierte Leistung erreicht. Mit dem o.g. Mittelwert von 26 % der Leistung der WKW errechnet sich im Jahr (8760 Std.) eine Energie von ca.180 TWh, die direkt aus dem Netz geliefert werden kann. Bei einem Jahresbedarf von 600 TWh müssen dann 420 TWh über Speicher erbracht werden; die dafür notwendige Speicherkapazität ist von der Zeitdauer abhängig. Für diese Vision sind nach einer einfachen Dreisatzrechnung mit einer Wirkungsgradkette von ca. 21 % für Elektrolyseur/Methanisierung/modernes Gaskraftwerk – (vermutlich ist der Wirkungsgrad des Elektrolyseur bei volatiler Einspeisung nennenswert niedriger) - die Anzahl von 400.000 WKW mit je 3MW notwendig, um mit 100 % EE den el. Energiebedarf zu decken. Wir haben z.Z. unter 30.000 WKW in Deutschland. Schon diese Überschlagsrechnung zeigt, wie unrealistisch eine Power2Gas-Alternative ist. Wenn man auch die Kapitalkosten allein der WKW-Investition überschlägt, so liegt man bei zusätzlichen Stromgestehungskosten von ca. 50 €ct pro kWh.

Das Dreieck der Energiewende-Politik *Versorgungssicherheit/Wirtschaftlichkeit/Umweltschutz* würde damit ebenfalls verfehlt. Führt uns der Mainstream Stromwende in eine Sackgasse?

Mit freundlichen Grüßen
Friedrich Kappius

L2 Antwort von Prof. Dr.-Ing. Rainer Speh auf den Leserbrief von Dr. Friedrich Kappius

Lieber Herr Kappius,

es freut mich zu hören, dass Ihnen die ETG-Mitgliederinformation und dabei speziell die Rubrik Leserbriefe gefallen. Ich möchte Ihnen auch danken, dass Sie meiner Aufforderung, sich aktiv an der Diskussion zu Themen der Energiewende zu beteiligen, gefolgt sind.

Sie beziehen sich in Ihrem Leserbrief auf einen Dialog zu möglichen Speichertechnologien oder genauer gesagt zum Thema Power2Gas und den dabei notwendigen erneuerbaren Erzeugungsanlagen. Meine Einschätzung, dass Power2Gas zurzeit die einzig denkbare Alternative für den dringend notwendigen saisonalen Speicher ist, teilen Sie.

Ihre Berechnungen zu den maximal einsetzbaren Windturbinen mit einer Nennleistung von 3 MW bei vorgegebener Spitzenlast von etwa 80 GW sind nachvollziehbar, ebenso die Ergebnisse der dabei erzeugten Energie bei den von Prof. Herold präsentierten und von Ihnen zitierten Rahmenbedingungen. Damit meine ich im Wesentlichen die angenommenen Mittelwerte der Erzeugung von 31 % bei Wind und PV bzw. 26 % bei ausschließlich Wind.

Und genau hier möchte ich mit meinen Anmerkungen ansetzen. Die Obergrenze der maximal möglichen Windturbinen ergibt sich nicht nur aus der aktuellen Last von originären Verbrauchern, sondern auch durch die Energiewandler, die vorhandene Speicher, unabhängig von der eingesetzten Speichertechnologie, füllen müssen und somit eine zusätzliche und verschiebbare Last darstellen. Somit können Erzeugungsspitzen abgefahren werden sowie

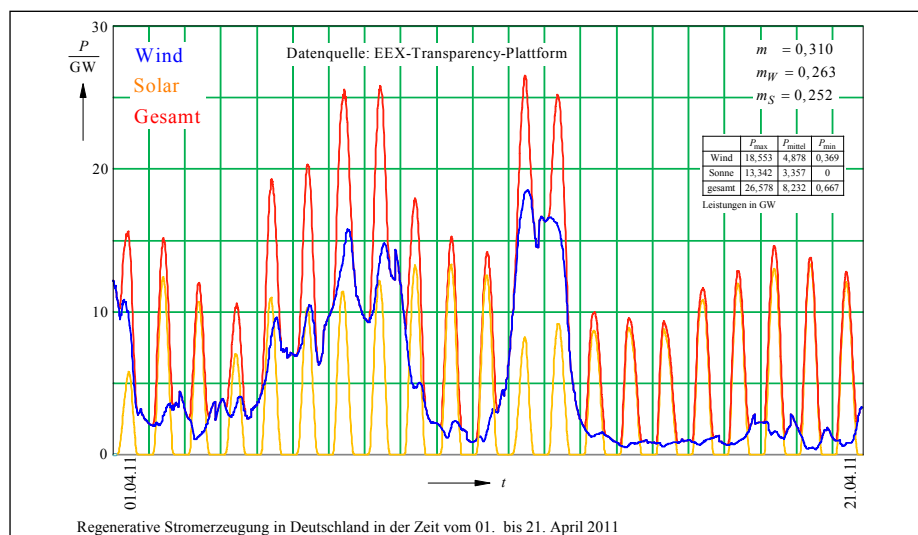


Bild 1: Regenerative Stromerzeugung in Deutschland in der Zeit vom 01. bis 21. April 2011

bei entsprechender Planung und Auslegung die Abregelung von erneuerbaren Einheiten auf ein Minimum reduziert werden. Auf jeden Fall sind hierzu weitergehende Überlegungen anzustellen, die allerdings den Rahmen eines Leserbriefdialogs sprengen würden.

Die in Ihren Berechnungen ermittelte Energiemenge von jährlich 180 TWh ist zwar mathematisch unter den angegebenen Rahmenbedingungen nachvollziehbar, erscheint aber doch sehr pessimistisch am unteren Ende der Möglichkeiten verortet. Bitte bedenken Sie, dass wir in Deutschland im Jahr 2015 bei etwa 70 GW installierten erneuerbaren Erzeugungsanlagen 33 % des Strombedarfs decken konnten. Nehmen wir nach wie vor 600 TWh als elektrische Jahresenergie an, so waren das bereits rund 200 TWh.

Allerdings ist hierbei zu bedenken, dass der Erzeugungsmix zu fast gleichen Teilen aus Windanlagen und PV bestand. Es ist richtig, dass aus Speichern in Ihrem Rechenbeispiel 420 TWh zu erbringen wären. In der Praxis wird sich dieser Wert aber verkleinern, was wir zum einen aus den letzten, oben erwähnten Erfahrungen aus 2015 lernen können, zum anderen sich aber auch durch Repowering von bestehenden Windenergie- und PV-Anlagen ergeben wird. Ihre Aussage, dass die notwendige Speicherkapazität von der Zeit-

dauer abhängig ist, kann ich allerdings so nicht nachvollziehen.

Abschließend noch einige Anmerkungen zur Entwicklung des Strompreises und Ihrer Frage, ob denn die Stromwende nicht in einer Sackgasse endet. Die beschlossene Energiewende ist nicht nur eine Stromwende sondern hat Ziele für alle Energiearten sowie für eine effizientere Energienutzung. Dabei geht es um die Dekarbonisierung der Gesellschaft und nicht nur um den Einsatz von erneuerbaren Energiequellen für die Stromwirtschaft. Das wurde u.a. bei COP21 Ende letzten Jahres in Paris beschlossen.

Wie sich der Strompreis entwickeln wird, ist schwer vorhersehbar. Schon heute wird er im Wesentlichen von gesetzlichen Abgaben und Steuern bestimmt. Nehmen die erneuerbaren Energieträger weiter zu, entfallen langfristig die Brennstoffkosten. Damit fallen neben den reinen Betriebskosten nur noch die Kapitaldienste an. Daraus könnte ein reiner Leistungspreis mit Grenzwerten für den Energiebezug resultieren. Der zu betrachtende Extremfall wäre dann eine Art Flatrate.

Ich freue mich schon heute auf eine Fortsetzung der Diskussion und verbleibe mit freundlichen Grüßen

Ihr Rainer M. Speh
Vorsitzender der ETG

L3 Email von Dr.-Ing. Friedrich Kappius in Ergänzung zu seinem Leserbrief

Zur Klarstellung meiner Aussage, dass die notwendige Speicherkapazität von der Zeitdauer abhängig ist, muß ergänzt werden „von der Zeitdauer, wo im Mittel kein EE-Strom erzeugt wird,“.

Ich habe bewusst formuliert „über Speicher“ und nicht „aus Speicher“.

Auf diesen wichtigen Unterschied bitte ich Herrn Speh hinzuweisen. Damit dürfte die Abhängigkeit von der Zeitdauer verständlich sein.

Mit freundlichen Grüßen
Friedrich Kappius

Ihre Meinung interessiert uns

Liebe ETG-Mitglieder,

die Einladung an Sie persönlich bleibt bestehen. Senden Sie uns bitte geeignete Beiträge zur Veröffentlichung in der ETG-Mitgliederinformation zu, geben Sie Ihre Kommentare an die ETG-Geschäftsführung und nehmen die aktiv an der Kommunikation in der ETG teil.

Wenn Sie den Beiträgen in der Mitgliederinformation etwas beizufügen haben oder andere Themen ansprechen möchten, so schreiben Sie uns bitte, am besten per E-Mail an: **etg@vde.com**

Wir freuen uns über Ihre Zuschriften.

ETG-Newsletter

Liebe ETG-Mitglieder,

seit 2012 versendet die ETG zwischen den Erscheinungsterminen der ETG-Mitgliederinformation in unregelmäßigen Abständen einen elektronischen Newsletter. Der Newsletter wird immer dann verschickt, wenn es aktuelle Informationen von der ETG gibt, maximal einmal pro Monat.

Dabei setzen wir eine „intelligente Technik“ ein: Jeder Empfänger erhält einen individuellen Newsletter, der nur die Artikel enthält, die seinen Interessen entsprechen. Wenn Sie uns Ihre aktuellen Interessensgebiete mitteilen möchten, schicken Sie bitte eine Mail an etg@vde.com mit Ihrer VDE-ID im Betreff.

Viel Spaß beim Lesen!

ETG-Mitgliederinformation elektronisch

Liebe ETG-Mitglieder,

sollten Sie die ETG-Mitgliederinformation nur noch elektronisch empfangen wollen, schicken Sie uns bitte Ihre Adressdaten und Ihre Mitgliedsnummer an etg@vde.com.

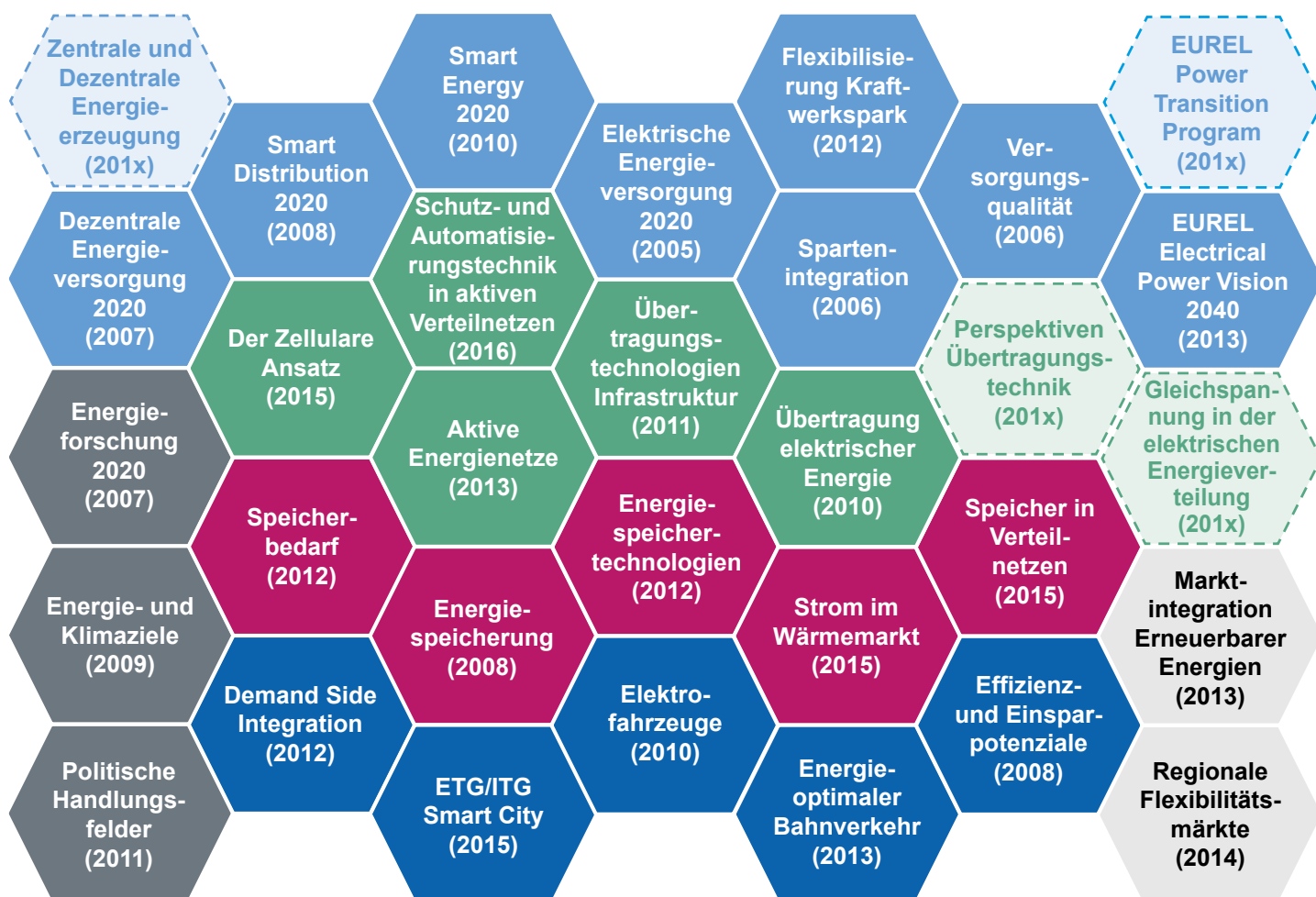
Ihre ETG-Geschäftsstelle

ETG-Veranstaltungskalender



	Zeit und Ort	Veranstaltungstitel
2016	13.09. - 14.09.2016 Dresden Fachtagung	Arbeiten unter Spannung (AuS) 10. AuS-Fachtagung VDE Bezirksverein Dresden ETG Fachausschuss V2.2 Arbeiten unter Spannung
	07.11. - 08.11.2016 Mannheim Kongress	VDE-Kongress 2016 Internet der Dinge:Technologien, Anwendungen, Perspektiven ETG Geschäftsführung
	14.11. - 16.11.2016 Berlin Fachtagung	VDE-Hochspannungstechnik 2016 ETG Fachbereich Q2 Werkstoffe, Isoliersysteme und Diagnostik IEEE Power Electronics Society Deutsches Komitee CIGRE
	08.12. - 09.12.2016 Dresden Symposium	Elektrische Fahrzeugantriebe und -ausrüstungen 2016 IZBE-VDE Symposium Innovationszentrum Bahntechnik Europa ETG Geschäftsführung
2017	25.01. - 25.01.2017 Kassel Fachtagung	Systemdesign, Stromnetz der Zukunft ETG Fachbereich V2 Übertragung und Verteilung
	16.02. - 17.02.2017 Frankfurt am Main Workshop	Hochspannungsfreileitungen Isolatoren und Armaturen: Materialwahl, Auslegung, Betriebserfahrungen ETG Fachbereich Q2 Werkstoffe, Isoliersysteme und Diagnostik
	21.03. - 22.03.2017 Frankfurt am Main Fachtagung	Elektrische Fahrzeugarchitektur Intelligenter Elektrischer ÖPNV 4.0 ETG Fachbereich A2 Bahnen mit elektrischen Antrieben
	27.09. - 28.09.2017 Saarbrücken Fachtagung	IKMT 2017 Innovative Klein- und Mikroantriebstechnik GMM/ETG-Fachtagung ETG Geschäftsführung VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikro- u. Feinwerktech. (GMM)
	28.11. - 29.11.2017 Bonn Kongress	ETG Kongress 2017 – Die Energiewende Blaupausen für das neue Energiezeitalter ETG Geschäftsführung

Übersicht der VDE/ETG-Studien, Analysen, Positionspapiere



■ Energiebereitstellung
■ Energienetze

■ Energiespeicher
■ Energieanwendung

■ Energiepolitik
■ Energiemarkt

Stand: 5/2016. Zahlen in Klammern: Jahr der Veröffentlichung. Punktierter: Aktive Task Force.
 Alle Publikationen können über den Link www.vde.com/etgstudien bezogen werden (als Pdf für VDE-Mitglieder kostenlos).

Herausgeber

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik
 Informationstechnik e.V.
 Energietechnische Gesellschaft (ETG)
 Stresemannallee 15
 60596 Frankfurt

Tel. 069 6308-346
 Fax. 069 6308-9822
etg@vde.com
www.vde.com/etg
[www.twitter.com/vde_etg](https://twitter.com/vde_etg)